

THESIS

MUNICH

1966

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 LANE MEDICAL DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

KLINIK UND THERAPIE DER
ACHILLESSEHNENDURCHTRENNUNGEN

HANS-JÜRGEN SAUER



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik München.
Direktor : Prof. Dr. med. Rudolf Zenker

KLINIK UND THERAPIE DER ACHILLESSEHNENDURCHTRENNUNGEN

Ein Vergleich der offenen und geschlossenen Achilles-
sehnungsverletzungen aus der Weltliteratur mit 47 eige-
nen Fällen.

Eine Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktor-
würde der Hohen Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maxi-
milians-Universität zu München.

Vorgelegt von Hans-Jürgen Sauer
aus Egg a.d.Günz

München
1966

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München:

Referent:	Prof.Dr.R. Zenker
Dekan:	Prof.Dr.R. Zenker
Tag der mdl.Prüfung:	15.Februar 1966

I n h a l t .

- I. Einleitung:
- a. Die Arten der Achillessehnenverletzungen und unklare, noch offene Probleme.
 - b. Die Geschichte der Achillessehnenverletzungen und deren medizinische Versorgung.
- II. Anatomie, Physiologie und Regeneration der Achillessehne.
- III. Begriffsbestimmung der verschiedenen Achillessehnenverletzungen
- IV. Häufigkeit, Alters-, Geschlechts- und Seitenverteilung:
- a. der offenen Achillessehnenverletzungen;
 - b. der subcutanen Achillessehnenrupturen.
- V. Ätiologie:
- a. der offenen Achillessehnenverletzungen;
 - b. der subcutanen, totalen Achillessehnenrupturen
 - c. Zur Frage der subcutanen, partiellen Achillessehnenruptur.
- VI. Unfallmechanismus:
- a. der offenen Achillessehnenverletzungen;
 - b. der subcutanen Achillessehnenrupturen.
- VII. Symptomatik:
- a. der totalen, offenen und geschlossenen Achillessehnedurchtrennungen;
 - b. der partiellen, offenen und geschlossenen Achillessehnedurchtrennungen.
- VIII. Pathologische Anatomie und Pathophysiologie der Heilung.
- IX. Diagnostik und Differentialdiagnose.
- X. Lokalisation der Achillessehnedurchtrennungen.
- XI. Therapie (Weltliteratur):
- a. Konservative Behandlungsmethoden und deren Spätergebnisse.
 - b. Operative Behandlungsmethoden und deren Spätergebnisse.
- XII. Kritische Auswertung der Therapie und der Nachuntersuchungsergebnisse der eigenen 47 Fälle offener und geschlossener Achillessehnedurchtrennungen.
- XIII. Fragen der Begutachtung.

XIV. Zusammenfassung.

XV. Literaturverzeichnis.

XVI. Lebenslauf.

I. Einleitung:

Genau wie beim Muskel können auch bei der Sehne durch offene und geschlossene Verletzungen Schädigungen eintreten. Hier sind unter Umständen noch andere Gewalteinwirkungen notwendig, da die Sehne nicht die Elastizitätsbreite des Muskels besitzt.

Die offenen und die geschlossenen oder subcutanen Achillessehnenrupturen waren noch vor wenigen Jahren sehr seltene Ereignisse in der Unfallchirurgie. Bei den offenen Achillessehnenverletzungen, bei denen es zu einer blutigen Kontinuitätstrennung der Sehne und einer Zerstörung der darüberliegenden Hauthülle und der subcutanen Gewebe kommt, unterscheidet man vollkommene und partielle Durchtrennungen. Die geschlossene oder subcutane Achillessehnenruptur, die als eine unblutige Lösung der Kontinuität der Sehne ohne eine Zerstörung der darüberliegenden Hauthülle und der subcutanen Gewebe erklärt werden kann, kommt als frischer oder veralteter und als totaler oder partieller Riß zur Behandlung. Beide Verletzungen der Achillessehne, eine der stärksten Sehnen des Körpers überhaupt, sind in den letzten Jahren infolge der gewaltigen Inanspruchnahme der Menschen in der Industrie und der vermehrten sportlichen Betätigung der Bevölkerung - besonders der Menschen, die das 30. Lebensjahr überschritten haben, und sich untrainiert größere sportliche Leistungen zumuten - häufiger geworden.

Seitdem sind diese Verletzungen in zahlreichen Arbeiten eingehend beschrieben worden. Dennoch sind bezüglich der Ätiologie, der Diagnose, der besten Behandlungsmethode, und besonders, was die gutachterliche Beurteilung betrifft, viele Fragen offen geblieben. Dies gilt weniger für die offene Achillessehnenverletzung, da hier der Riß mit dem Unfall in unmittelbarem Zusammenhang steht, als vielmehr für die subcutane Achillessehnenruptur. Der Streit der Meinungen verschiedener Autoren geht im Wesentlichen um folgende zwei Punkte:

- 1.) Kann eine gesunde Achillessehne auch bei größter Kraftanstrengung überhaupt reißen, oder sind krankhafte Veränderungen die Voraussetzung für die Ruptur.

2. Gibt es partielle subcutane Achillessehnenrisse?

In dieser Arbeit wird der Versuch unternommen, anhand des Krankengutes der Chirurgischen Universitätsklinik München, welches insgesamt 47 Fälle von offenen und geschlossenen Achillessehnenrupturen umfaßt, im Vergleich mit den Angaben der Weltliteratur einen Beitrag zur Klärung der noch offenen Fragen zu bringen. Die Nachuntersuchungen, die bei 89 Prozent der Patienten vorgenommen wurden, sollen einen Aufschluß über das Spätergebnis der Behandlung geben.

Geschichte der Achillessehnenverletzungen und ihrer medizinischen Versorgung.

Die Sehne, die zwischen den Knöcheln und der Ferse an der Rückseite des Unterschenkels liegt, ist nach dem größten griechischen Helden, nach Achilles, benannt. Achilles fiel durch Paris, dessen Pfeil von Apollo gelenkt, seine Ferse durchbohrte. Durch ein Bad in der Styx war er, bis auf die Ferse, unverwundbar geworden.

Das ist die erste Beschreibung einer Achillessehnenverletzung. Über derartige offene Verletzungen wird danach in der Geschichte nicht mehr berichtet. Aber man muß annehmen, daß sie dennoch als Schnittverletzung durch Sensen- und Säbelhiebe immer wieder auftraten.

Interessanter sind die Beschreibungen subcutaner Achillessehnenverletzungen in der Geschichte. Als erster berichtet Ambroise Paré in Paris 1575 über eine subcutane Achillessehnenverletzung. 1722 folgt Petit mit einem Bericht über 3 Fälle, von denen einer eine doppelseitige, gleichzeitige Ruptur darstellte, Olof Acrel veröffentlichte 1759 als erster in Skandinavien eine subcutane Achillessehnenruptur. 1882/83 faßte der Wiener Maydl das bis dahin veröffentlichte Material der subcutanen Muskel- und Sehnenrupturen zusammen und berichtete selbst über einen Fall einer subcutanen Zerreißung der Achillessehne. Die erste

deutsche Veröffentlichung stammt von S e h r t aus dem Jahre 1912.

In den folgenden Jahren ist die Verletzung von einer Anzahl von Autoren beschrieben worden, wenn auch gewöhnlich nur in einzelnen Fällen. Die erste größere Serie wurde von Q u e n ú & S t o i a n o v i t c h 1929 veröffentlicht; sie sammelten 66 Fälle aus der Literatur und berichteten über zwei eigene. A b r a h a m s e n (1923) berichtet über 7 Fälle, P l a t t (1931) über 11. 1935 gelang es den Argentinern M a l b e c und A q u i l o nur 86 Fälle aus dem Schrifttum zusammenzutragen. Dann folgten die Veröffentlichungen von K a g e r (1939) mit 38 Fällen, G e b h a r d t (1939) mit 49 Fällen, S c h n a b e r t h (1940) mit 13 Fällen, S i l v e r - s k i ö l d (1941) mit 7 Fällen und T o y g a r (1947) mit 17 Fällen. S c h ö n b a u e r sammelte bis zum Jahre 1947 154 Fälle aus der Weltliteratur.

Die Veröffentlichungen nach dem 2. Weltkrieg stammen von folgenden Autoren: K i r b a c h berichtet von 1929 - 49 über 3 Fälle, S c h ö n b a u e r von 1947 - 59 über 157 Fälle aus Wien, und über 51 Fälle aus den übrigen österreichischen Krankenanstalten, D e t z e l (1950) über 6, B a t e (1935 - 51) über 14, H ö l l r i g l (1952) über 6, M a n g i n i und T o b i n (1953) über jeweils 7, K o l b & S a l e m (1953) über 37, J. C h r i s t e n s e n (1954) über 57, L a w r e n c e , C a v e & O ' C o n n o r (1900 - 1954) über 31, S a n d f ü h r (1956) über 2, D a v i d s s o n (1956) über 38, M a y r (1951 - 57) über 36, J a k o b s (1946 - 1959) über 12, A r n e r & L i n d - h o l m (1960) über 92, G l o g o w s k i (1951 - 61) über 63, F r i n g s (1961) über 88, und T h o m p s o n & D o h e r t y (1962) über 63 Fälle.

Einzelberichte stammen von K i r m i s s o n (1884), F r i a q u e s (1897), V a n d e n b o s s c h e (1910), v o n S a a r (1914), S c h w a r z (1920), G r a s s - h e i m (1922), A l b r e c h t (1924), B a r t h e l e m y

& Guibal (1927), König (1930), Seiffert, Biering, Aimes, und R.E. Christensen (1931), Hernandez (1932), Hesse und Gilgreesst (1933), Pytel, Pirker, Landois, Hinz und Rumpel (1934), Steuer (1939), Zadek (1940), Lange (1941), Henry (1944), Boyd (1945), Stinchfield, Bunnell und Debaisieux (1947), Pratt (1948), Schneider (1949), Chigot, Garnier & Cloutier (1952), Witt und Arneth (1953), von Redwitz, Wedel und Weisbach (1954), van de Kamp und Quigley (1955), Geigy (1956), Blümel & Pizza (1957), Klinger und Plamer (1958), Salem, Spangler und Hartwich (1959), Strelli und Lauenstein (1962). Ferner befassten sich Bragard, McCartney, Poissier, Chaisis, Salis, Payer, Bofinger, Galbraith, McLaughlin, E. Thomas, Gregory, Stoffel, Cogniaux & Wybauw u.a.m. mit der Klinik und Therapie der subcutanen Achillessehnenrupturen.

Die Geschichte der Sehnenchirurgie lehrt, daß der Gedanke der Sehnennaht sehr frühzeitig aufgenommen wurde. So können wir annehmen, daß bereits Avicenna (980 - 1037), Laufraeus und Guy von Chauliac 1368 Versuche zur Vereinigung von Sehnen unternommen haben, die allerdings nur zu Mißerfolgen führen konnten. Entscheidend aber ist, und diese Ärzte bewiesen damit, daß sie den durch Verletzung gesetzten funktionellen Ausfall die gebührende Beobachtung schenkten und deswegen auch die Wiederherstellung anstrebten. Ambroise Paré, der große Chirurg des 16. Jahrhunderts, sah die Nutzlosigkeit der Bestrebungen ein und lehnte daher jede Sehnennaht ab. Man muß annehmen, daß bis zum Anfang des 19. Jahrhunderts alle Achillessehnenrupturen konservativ behandelt wurden. Der Franzose Pettit scheint 1806 die erste sekundäre Sehnennaht durchgeführt zu haben. Ihm folgte Dutertre 1816

und dann R o u x , S y m e und S é d i l o t . Heute wissen wir, daß ihre ganze Arbeit in der voraseptischen Zeit zum Scheitern verurteilt war, handelte es sich doch bei der Sehne um ein gegenüber Infektionen besonders empfindliches Gewebe. Es ist daher verständlich, daß der große Umschwung in der Sehnenchirurgie mit der Einführung der antiseptischen Methode der Operation zusammenfällt. Wenn man vor dieser Zeit fast immer mit partiellen oder totalen Ausstößungen der Sehne rechnen mußte, ("Sehnenwurm"), so konnte man jetzt in einem höheren Prozentsatz primär Heilungen und damit Nahtfolge erzielen. Ein systematischer Ausbau der Sehnenchirurgie war aber erst mit der Einführung der Asepsis möglich. So konnte K ö n i g (1874) vermutlich als erster eine Sehnennaht unter aseptischen Bedingungen ausführen. K ü s t e r s empfahl 1876 auf dem 1. Chirurgen-Kongreß die Sehnennaht. So fallen auch die ersten operativen Behandlungsmethoden einer Achillessehnenverletzung in diese Zeit (M a y d l 1882). Vorwiegend wurde jedoch die konservative Therapie angewandt. Sie besteht im allgemeinen in einer Gipsimmobilisation des Unterschenkels, den Fuß in einer bestimmten Position fixierend, bis zu 6 Wochen (G r a s s h e i m 1922, v o n S a a r 1914). Die Erfolge der konservativen Therapie waren jedoch meistens schlecht. Sie gingen mit einer Sehnenverlängerung einher, die eine vollkommene Wiederherstellung der anatomischen und funktionellen Einheit des Knochen-Muskel-Sehnensystems nicht gewährleistete. Deshalb ging man seit den 30-er-Jahren mehr und mehr zur operativen Behandlung über. Eine ganze Anzahl von Operationsmethoden für Achillessehnenrupturen sind von verschiedenen Autoren vorgeschlagen worden (W i l m s & S i e v e r s , R o t t e r , N i c o l a d o n i , F. L a n g e , v o n F r i s c h , H a e g l e r , B a e t z n e r , W o e l f f l e r , T r u t z a , M u e l l e r , A. M a s o n , M a l e w i t s c h , F r i e d r i c h , H a n s , L i e r , S c h w a r z , L. D r e y e r , C u n e o , B u n n e l l u.a.). Heute muß man die von B u n n e l l vorgeschlagene Sehnennaht hinsichtlich der Belastbarkeit als die weit-

aus beste Technik bezeichnen (S c h i n k u. G e r s -
b a c h). Von den plastischen Operationsmethoden, die
zur Deckung der Rupturstelle und zur Überbrückung größerer
Dehissenzen der Sehnenstümpfe Verwendung finden (B i e r -
r i n g , H e s s e , Z a d e k , T o y g a r ,
R.E. C h r i s t e n s e n , G a b h a r d t , K a g e r ,
S i l v f e r s k i ö l d , S t r e l i u.a.m.) haben
sich die Methoden nach S i l v f e r s k i ö l d und
S t r e l i durchgesetzt. Für die Nachbehandlung sind
ebenso viele Vorschläge unterbreitet worden. Die Mehrheit
der Autoren hält eine 6-wöchige Gipsimmobilisation für
ausreichend. Massagen, Bewegungsübungen und physikalische
Therapie werden gleichfalls von vielen Autoren zur Nach-
behandlung empfohlen, wenngleich S c h ö n b a u e r (1952)
diese Therapie für überflüssig ansieht.

Die Spätergebnisse der operativ behandelten Achillessehnen-
rupturen, die in der Literatur veröffentlicht wurden, zei-
gen, daß die operative Therapie der konservativen weitaus
überlegen ist.

II. Anatomie, Physiologie und Regeneration der Achillessehne

Um den Mechanismus verstehen zu können, der den blutigen
und unblutigen Rupturen der Achillessehne zugrundeliegt,
müssen gewisse anatomische und physiologische Aspekte
beschrieben werden. Die Muskeln, die bei der Achillesseh-
nenruptur von besonderem Interesse sind, sind die Plantar-
beuger des Fußes. Diese können in zwei Gruppen unterteilt
werden:

- 1.) die dorsale Gruppe,
- 2.) die laterale Gruppe.

In der dorsalen Gruppe gibt es zwei Muskeln, die vom Knie-
gelenk entspringen, der Gastrocnemius- und der Plantaris-
muskel. Die verbleibenden Muskeln, der Soleus, der Flexor
digitorum longus, der Flexor hallucis longus und der Tibialis

posterior haben alle ihren Ursprung am proximalen Ende der Tibia und Fibula unterhalb des Kniegelenkes.

Der sehr schlanke Plantaris entspringt entweder an der proximalen oder distalen Seite des Ursprungs des lateralen Gastrocnemiuskopfes, quert den Gastrocnemius ventral und folgt dann dem medialen Rand der Achillessehne. In ihrem proximalen Teil verläuft die Sehne des Plantaris zwischen dem Gastrocnemius und Soleus. Ihr Verlauf variiert großzügiger als der irgendeiner anderen Sehne eines Muskels der unteren Extremität. Sie verläuft entweder separat oder verbindet sich mit der Achillessehne und inseriert gewöhnlich am oberen medialen Teil des Unterschenkels. Der Muskel fehlt in 6,8 Prozent der Fälle (R a u b e r - K o p s c h , 1939).

Die Sehnen der verbleibenden Muskeln, des Flexor digitorum longus, des Flexor hallucis longus und des Tibialis posterior steigen hinter dem medialen Malleolus hinab und inserieren am Fuß.

Die laterale Gruppe setzt sich aus zwei Muskeln zusammen, dem Fibularis longus und brevis. Diese entspringen an der Fibula und ihre Sehnen verlaufen hinter dem lateralen Malleolus zum Fuß. Der Fibularis longus inseriert an der Basis des os metatarsale I und am os cuneiforme medialis. Die Sehne des Fibularis brevis setzt an der Tuberositas ossis metatarsale V an.

Die dorsale Muskelgruppe wird durch die Fascia intercruralis in zwei Logen unterteilt. In der oberflächlichen Loge verläuft der Triceps surae und der Plantaris, in der tiefen der Gefäß-Nervenstrang und die tiefen Flexoren.

Alle Muskeln beider Gruppen, der hinteren und der lateralen wirken mehr oder weniger als Plantarflexoren des Fußes. Das ist auch die alleinige Funktion des Soleus, während der Gastrocnemius - ein sog. zweigelenkiger Muskel - eine

doppelte Funktion hat. Er beugt im Kniegelenk und plantarflektiert den Fuß. Seine zweigelenkige Funktion führt dazu, daß er ein sehr wirkungsvoller Beuger der Ferse ist, wenn das Kniegelenk gestreckt ist. Der Triceps surae, ein Sammelname für den Gastrocnemius und Soleus, wirkt auch in einem geringen Grade als Supinator des Fußes. Der Plantaris verstärkt die Wirkung des Gastrocnemius, entwickelt aber nur sehr wenig Kraft. Die verbleibenden Muskeln der hinteren Gruppe flektieren die Zehen und den Vorfuß, indirekt aber auch die Ferse plantarwärts, und bewirken eine Supination des Fußes.

Die zwei Muskeln der lateralen Loge wirken hauptsächlich als Pronatoren, aber auch als Plantarbeuger des Fußes.

Danach ist es klar, daß die total isolierte Achillessehnenruptur nicht zur Unfähigkeit, die Ferse in Plantarrichtung zu beugen, führt.

Der breiten Muskelmasse des Soleus liegt dorsal schon vom Ursprung an eine Sehnenplatte auf. Sie setzt sich in den oberen Abschnitten aus einzelnen, gegeneinander abzugrenzenden Sehnenfasern zusammen, die gegen die Mitte zu einem einheitlichen Ganzen verschmelzen. Weiter distal bildet die Sehne einen Teil der fast drehrunden Achillessehne. Im oberen Abschnitt liegt dem Sehnenpiegel des Soleus ein völlig gleichgestaltetes Sehngewebe auf, das die Muskelbäuche des Gastrocnemius nach ventral abschließt, und sich etwa noch 3 bis 5 cm nach distal fortsetzt, um dann mit dem Sehnenpiegel des Soleus innig und untrennbar zur Achillessehne zu verschmelzen. Zwischen beiden Sehnenplatten liegt lockeres Bindegewebe.

Die Art und Weise, wie die Verschmelzung der beiden Sehnenplatten erfolgt, war in allen untersuchten Präparaten dieselbe (D e t z e l 1950) . Sie ist im Bereich des kräftigen medialen Gastrocnemiuskopfes bis auf $\frac{1}{2}$ bis 1 cm an diesen herangerückt, während sie lateral tiefer erfolgt.

Daraus resultiert eine Verschmelzungslinie von S-förmiger Gestalt. Unterhalb dieser Linie ist die Sehne zunächst noch frontal abgeplattet; erst nach Insertion der letzten Bündel des m. soleus nimmt sie eine drehrunde Form an, während sie sich in der Nähe ihres Ansatzes am unteren Rand des Fersenbeinhöckers wieder abflacht. Die geringste Breite hat die dreiseitige Sehnenplatte daher nicht am Ansatz am Calcaneus, sondern etwa 3 - 5 cm oberhalb desselben. Das ist auch die Stelle der häufigsten Lokalisation einer Achillessehnenruptur.

Die Gefäßversorgung der in der oberflächlichen Loge gelegenen Muskeln erfolgt durch die aa. surales, die bereits in der fossa poplitea aus der a. poplitea abgegeben werden.

Während sich die meisten Lehrbücher auf diese Angaben beschränken, findet man in dem Werk von B e l o n über die weitere Gefäßversorgung des m. triceps surae eingehende Angaben, die durch Röntgenaufnahmen und Injektionspräparate belegt sind. Die Bezeichnungen dieser Gefäße seien hier im Original wiedergegeben, da sie leicht verständlich sind:

- 1.) A. gemela externa
- 2.) A. saphena externa
- 3.) Aa. soleas principales
- 4.) A. gemela interna
- 5.) Aa. soleas accessorias
- 6.) A. gemela larga descendente

Die Versorgung des m. triceps aus den aa. surales hört beim Übergang zum rein sehnigen Teil auf. Der proximale Teil der Achillessehne wird durch einen "ramo recurrenste de la tibial posterior" ernährt. Der distale Anteil zeigt dagegen einige Besonderheiten in seiner Gefäßversorgung. Die fascia superficialis, die sich von der Tibia zur Fibula ausspannt, spaltet sich an den beiden Achillessehnenrändern und umscheidet die Sehne vollkommen. Sie

stellt aber keine richtige Sehnenscheide dar. Eine solche existiert nicht. Während die a. tibialis posterior durch einen ramus communicans mit der a. fibularis verbunden ist, der dicht unter der Achillessehne verläuft, finden sich in der Subcutanschicht der regio malleolaris dorsalis regelmäßig kleinere Arterienäste, die von beiden Arterien kommend, die fascia superficialis durchbohren und das rete arteriosum calcaneare bilden. Durch dieses wird der distale Anteil der Sehne ernährt. Es besteht aus einem verzweigten Netzwerk von Anastomosen, und liegt in dem Fettgewebe, welches das Fersenbein im Tuberbereich umkleidet. Das Entscheidende ist, daß die hier einmündenden Arterien eine fast quere Verlaufsrichtung haben. Dadurch wird es verständlich, daß die Ernährung der Sehne bei stärkeren Gewalteinwirkungen durch eine Zerreißung der Arterien unterbrochen wird. Derartige Verletzungen, die besonders bei Calcaneusausrissen gehäuft auftreten, gehen mit einer starken Hämatombildung einher.

Demnach ist es verständlich, daß die Sehne an der Stelle ihrer geringsten Breite auch die schlechteste Gefäßversorgung hat. Somit weist dieser Teil der Achillessehne die schlechteste Ernährung auf und ist einer Degeneration weitest am meisten ausgesetzt.

Der venöse Abfluß erfolgt über das rete venosum calcaneare, das aus schwachen Venen besteht. Es geht beiderseits in ein weiteres Venengeflecht über. Lateral in das rete venosum malleolare fibulare, das zum Abflußgebiet der v. saphena parva gehört, und medial in das rete venosum malleolare tibiale, das sich schließlich in die v. saphena magna ergießt.

Im Achillessehnenbereich liegen mehrere Bursae calcaneares subcutaneae und unter dem Ansatz der Sehne die größere Bursa subtendinea musculi tricipitis surae oder auch kurz Bursa subachilloidea genannt. Diese kann der Sitz einer chronischen Entzündung sein und spielt dann bei der Operation der sog. Achillodynie eine wesentliche Rolle.

Der Verlauf der Nerven, die durch die Achillessehnenregion ziehen, sollte bekannt sein, um einen Funktionsausfall bei der Operation einer Achillessehnenruptur vermeiden zu können. In dieser Hinsicht ist hauptsächlich die Hautinnervation von Interesse. Die Haut der Hinterseite der unteren Extremität wird vom ramus posterior nervi fibularis subcutanei (dem ramus communicans fibularis), vom nervus suralis und vom nervus saphenus innerviert. Der ramus communicans fibularis verläuft subfascial über den fibularen Kopf des Gastrocnemius, durchbricht die Fascie, liegt im distalen Drittel subcutan, und verbindet sich oft mit dem nervus suralis. Dieser verläuft zwischen den beiden Gastrocnemiusbäuchen und durchbricht die fascia cruris in Höhe der Muskel-Sehnenverschmelzung. Sein weiterer Verlauf ist subcutan und seitlich der vena saphena parva an der Achillessehne, von wo aus er hinter dem lateralen Malleolus, oft rami calcanei laterales abgebend, absteigt und sich zum lateralen Rand des Fußes fortsetzt. Die Haut der medialen Wadenseite wird von den Ästen des nervus saphenus innerviert. Diese liegen subcutan und gehen von der medialen Knieregion aus bis zum medialen Malleolus. Die Haut über der medialen Ferse wird noch durch rami calcaneares nervi tibialis innerviert.

Der n. suralis ist der Hauptstamm, welcher bei einer Achillessehnenoperation zu Schaden kommen kann. Eine hier gesetzte Verletzung kann zu lästigen Symptomen in Form eines Sensibilitätsverlustes an der lateralen Fußfläche führen.

Bei der allgemeinen Betrachtung des Muskel-Sehnen-Apparates der Achillessehne müssen auch physiologische und regenerative Erkenntnisse erwähnt werden. Sie sind für die spezielle Chirurgie der Achillessehne von besonderer Bedeutung.

Physiologie:

Der Sehnen-Muskel-Apparat ist ein funktionelles Organ, d.h. er ist geschaffen, um durch seine Arbeit eine Bewegung auszuführen. Das bedeutet, daß es sich um ein kontraktiles Organ

handelt, das durch eine Verkürzung in der Lage ist, Ursprungs- und Ansatzpunkte des Skeletes einander zu nähern und auch zu entfernen. Die Kontraktion kommt durch den Muskel zustande, während die Sehne mit ihrem verhältnismäßig festem Aufbau diese Kontraktion nur weiterleitet. Damit ist ein sinnvolles Zusammenspiel, die Grundlage jeder Bewegung überhaupt, garantiert. Bewegungen können aber nur dann erfolgreich ablaufen, wenn der Sehnen-Muskel-Apparat eine einwandfreie Gleitmöglichkeit hat. Sehne und Muskel sind für ihre Funktion von der Umgebung abhängig und nur dann funktionsfähig, wenn das umgebende Gewebe das von der Natur ihm zugedachte anatomische Gefüge zeigt, und auch den physiologischen Belastungen gewachsen ist. Wir müssen also bei der anatomisch-physiologischen Betrachtung dem peritendinösen Gewebe unser besonderes Interesse widmen.

Histologische Anatomie:

Die starre und undeformable Komponente der Sehne ist aus ihrem histologisch-anatomischen Aufbau zu erklären. Die sternförmig aussehenden Sehnenzellen bilden kollagene Fibrillen. Sie sind in Primärbündel zusammengefaßt, und diese wieder in Sekundärbündel. Die Struktur gleicht der Kabelanordnung in einem Nerven. Wichtig ist nun, daß sich zwischen den einzelnen Bündeln Bindegewebe (Peritendoneum internum) befindet, das die Tertiär- und Sekundärbündel dicker, die Primärbündel jedoch dünner umfaßt.

Interessant ist, - D a u m a n n hat dies nach tierexperimentellen Studien beschrieben -, daß bei Sehnen schwacher Muskeln dieser Bindegewebsanteil groß ist, während er bei Sehnen mit starkem Muskelbauch, die großen Belastungen ausgesetzt sind, verhältnismäßig gering ist. Das Moment, das die Sehne für große Leistungen geeignet macht, sind also die Sehnenfibrillen. Diese Sehnenfibrillen sind auch die direkte Fortsetzung der Muskelfasern. Schulze und Loginow haben nachgewiesen, daß jede Muskelfaser in eine Sehnenfibrille übergeht, und nicht, wie früher angenommen wurde, nur eine Berührung bestünde. Es enthält also jede Sehne genau soviel Gewebeeinheiten, wie der dazugehörige Muskel, eine wichti-

ge Feststellung, wenn wir wissen, daß das Durchmesserverhältnis zwischen Sehne und Muskel durchschnittlich 1:30 und bei der Achillessehne 1:120 beträgt (W. M ü l l e r).

Wenn man das die Sehne umgebende Gewebe anatomisch untersucht, muß grundsätzlich in sehnenscheidenführende und in sehnenscheidenlose Abschnitte einer Sehne unterschieden werden. Die Achillessehne besitzt keine sehnenscheidenführende Abschnitte. Sie verläuft, wie alle Muskeln, in einer sogenannten Fascienloge. In diesem röhrenförmigen Hohlraum muß die Sehne die Möglichkeit des freien Gleitens haben. Es muß also ein Gewebe vorhanden sein, das den Bewegungen der Sehne folgen kann. Dieses Gewebe, das Muskeln, Sehnen, Gefäße und Nerven, die zusammen in einer Loge verlaufen, umfaßt, besteht aus lockerem, fettreichem und mit elastischen Fasern durchsetztem Bindegewebe. Es hängt mit dem zwischen den Sehnenbündeln liegenden Peritenoneum internum zusammen (A l b e r t i n i). Man bezeichnet es als Peritenoneum externum. Es ist für die Sehnenregeneration von großer Bedeutung.

Durchblutung:

Viel Arbeit ist der Erforschung der Durchblutung der Sehnen gewidmet worden, ist diese doch für die Regeneration so außerordentlich wichtig. Die Untersuchungen (K ö l l i k e r, T i c h a n o f f, W o l l e n b e r g, A r a i, L. M a y e r) zeigen, daß die Sehnen des Kindes und Jugendlicher von zahlreichen arteriellen Gefäßen durchzogen werden. Beim Erwachsenen nach dem 25. Lebensjahr obliterieren die Gefäße zum Teil, so daß die Meinung geäußert wurde, daß die Ernährung auf dem Lymphwege gesichert wird. Das Sehnengefäßsystem besteht in der Hauptsache aus längsverlaufenden Gefäßen, die zwischen den Sehnenbündeln angeordnet sind und untereinander Anastomosen ausbilden. Vermehrt treten diese Gefäße an der reibungsgeschützten Seite der Sehne auf. Die Versorgung der sehnenscheidenlosen Achillessehne geschieht zum Großteil durch Längsgefäße, die dem stark vaskularisierten Muskelbauch entspringen und dann im stark ~~ant~~ entwickelten

Peritenoneum externum, das in direkter Verbindung mit dem Peritenoneum internum steht, verlaufen.

Sehnengleiten:

Wenn wir uns den Bewegungsvorgang des Sehnengleitens betrachten, so ist bei der scheidenlosen Sehne wenig zu sagen. Sie ist von reichlichem, lockerem Bindegewebe, das die ganze Fascienloge ausfüllt, umgeben und dieses Peritenoneum läßt durch seine Elastizität und Dehnungsfähigkeit ungehindert die Bewegungen ablaufen. Dabei verliert es niemals den Zusammenhang mit dem benachbarten Gewebe.

Spannungs- und Elastizitätsverhältnisse:

Die physiologische Spannung einer Sehne ist für eine gute funktionelle Leistung eine absolute Forderung. S t o f f e l , B i e s a l s k i - M a y e r , M. L a n g e , u.a. haben auf dieses, für die praktische Sehnenchirurgie so wichtige Moment, immer wieder hingewiesen. Die physiologische Spannung ist nicht nur für die Leistung von Wichtigkeit, sondern vielmehr noch, wie M. L a n g e tiereexperimentell nachgewiesen hat, für die Sehnenregeneration.

Ein Spannungsverlust ergibt sich aus einer Gewebsverlängerung. R. F i c k hat Muskeln als aktiv und passiv insuffizient bezeichnet, wenn sie aktiv oder passiv den für das Gelenk zustehenden Bewegungsumfang wegen der unphysiologischen Länge der Muskel- oder Sehnenfasern nicht erzielen konnten.

M a y e r hat die einzelnen Muskeln und ihre Sehnen auf die Spannungsverhältnisse hin untersucht. Daß jede Sehne unter einer physiologischen oder einer pathologischen Spannung steht, beweist die Tatsache, daß nach Durchtrennung derselben der proximale Sehnenteil durch den Zug des Muskels mehr oder weniger zurückschnellt. Daraus wurde die

praktische Forderung abgeleitet, daß jede durchtrennte Sehne auch wieder unter physiologischer Spannung zur Naht gebracht werden soll. Dieser werden wir dann am meisten gerecht, wenn wir das durch die Sehne versorgte Gelenk (oder auch Gelenke) bei der Naht in Mittelstellung einstellen. Dieser Grundsatz kann aber, wie aus dem speziellen Teil später zu entnehmen ist, nicht immer eingehalten werden.

K. S t u c k e untersuchte die physiologische Belastungsfähigkeit der Achillessehne. Er konnte eine Steigerung des Arbeitvermögens der Sehne bis zur Mitte des 3. Lebensjahrzehntes feststellen. Auch die elastische Unvollkommenheit zeigt ein Ansteigen mit zunehmendem Alter. Dies wird auf Flüssigkeitsverschiebungen im Sehnengewebe zurückgeführt. Bemerkenswert ist, daß die Sehneneinzelfaser eine Dehnbarkeit von 15 % hat, und daß beim Leichenversuch erst Belastungen von 400 kg und mehr Achillessehnenrupturen auslösen. Degenerative Veränderungen, arteriosklerotische oder Stoffwechselerkrankungen, können im fortgeschrittenen Alter Rupturen bereits bei geringen Gewalteinwirkungen bewirken.

Regeneration:

Für die praktische Chirurgie spielen die Fragen der Sehnenregeneration eine entscheidende Rolle. Nahttechnik und Sehnenersatz werden davon beeinflusst, welches der beteiligten Gewebe für die Regeneration das Wichtigste ist. Diese Frage konnte lange Zeit nicht beantwortet werden. Vor allem mußte aber geklärt werden, warum die Regeneration an den sehnen-scheidenlosen Sehnen eine bedeutend bessere war als an den sehnen-scheidenführenden.

M a r c h a n d hat 1901 in einer zusammenfassenden Arbeit seine Ansicht dahingehend präzisiert, daß die Regeneration hauptsächlich von dem zwischen den Sehnenfibrillenbündeln liegenden Bindegewebe ausginge. Er schloß sich damit der schon früher geäußerten Ansicht von B i z z e r o , B e l t z o w , J ü t e r b o g und F e l s an. Dagegen wandte sich E n d e r l e n , der angeblich Mitosen der Sehnenzel-

len nachweisen konnte, und deswegen den Sehnenzellen selbst die Regeneration zuschrieb.

Borst kam bei seinen Versuchen zu dem Schluß, daß sich bei der Regeneration sämtliche Schichten des unspezifischen Bindegewebes und die spezifischen Zellelemente der Sehne selbst beteiligen. Er ließ die Frage der besonders wichtigen Beteiligung des peritendinösen Gewebes offen. E. R e h n und M i y - a r c h i bejahen dies. Geklärt ist aber, daß das peritendinöse Gewebe nicht im Sinne einer spezifischen Gewebsbildung teilnimmt, wie es z.B. das Periost bei der Knochenbruchheilung tut; trotzdem spricht V i e r i n g von einer Art "Sehnenkallus".

A. P i e s e n , der die neue Literatur zu diesem Problem zitiert (S c h w a r z , W e i d e n r e i c h , H a u c k , A n g l e s i o , N a r v i , G a r l o c k , T o m i l o w a , K l a u s und M. L a n g e) kommt wie F . H e s s e zu dem Schluß, daß die eventuellen Proliferationen der Sehnenzellen praktisch keine Rolle spielen, und daß die Sehnenwunde bindegewebig ausheilt. Entscheidend ist das Peritenoneum externum und internum. Die Ausheilung wird dort am ehesten und schnellsten eintreten, wo reichlich Bindegewebe und gute Durchblutung vorhanden ist. Damit ist auch die Erklärung gegeben, warum scheidenführende Sehnen bei Verletzungen schlechter heilen als sehnencheidenlose. Die Frage der Regeneration des Sehnen- gewebes durch das Peritenoneum externum und das Bindegewebe überhaupt, die lange Zeit zur Debatte stand, wurde von M. L a n g e in einer großen Serie von Tierversuchen geklärt. Er kommt zu dem Schluß : "Die ausschlaggebende Bedeutung für die Ausfüllung eines Zwischenraumes in einer Sehne besitzt die Regeneration, die vom Peritenoneum externum bzw. wenn dieses fehlt, von dem Subcutangewebe ausgeht." Durch die Besonderheit seiner Versuche konnte er nachweisen, daß die Regenerationskraft der Sehnenstümpfe selbst nicht ausreicht, um eine Dehizensz innerhalb der Sehnen auszufüllen.

Die Meinung B i e r ' s, daß chemisch-hormonelle Einflüsse eine Rolle spielen, wird von W e h n e r, N ä r v i, S c h w a r z, H. H u e c k, F. H e s s e u.a. abgelehnt. Den funktionellen Momenten muß man dagegen ihren Platz einräumen, wenn wir den Satz von B o r s t anerkennen: " Die funktionelle Tätigkeit ist Reiz und Ursache für die nutritive und formative Leistung der Zelle."

Wir sehen also, daß das Problem der Regeneration bei den gewöhnlichen Sehnen wie der Achillessehne einfach ist. Die gewonnenen Erkenntnisse auf dem Gebiet der Sehnenregeneration, die für die praktische Chirurgie und Orthopädie so unendlich wichtig sind, müssen bei allen therapeutischen Maßnahmen berücksichtigt werden. Sie bestimmen die Indikation zur operativen Behandlung, die Nahttechnik und nicht zuletzt die sehr wichtige Nachbehandlung.

III. Begriffsbestimmung.

Unter einem offenen Achillessehnenriß, oder besser gesagt, unter einer offenen Achillessehnenverletzung, verstehen wir eine blutige Lösung der Kontinuität der gemeinsamen Sehne des m. gastrocnemius und des m. soleus mit einer Zerstörung der darüberliegenden Hauthülle und der subcutanen Gewebe. Diese Sehnenkontinuitätsunterbrechung kann vollkommen oder partiell sein.

Den subcutanen oder geschlossenen Achillessehnenriß kann man als eine teilweise oder vollkommene, unblutige Kontinuitätslösung der Sehne des m. triceps surae ohne Verletzung der darüberliegenden Hauthülle und der subcutanen Gewebe erklären. Der Begriff ist identisch mit dem der subcutanen Achillessehnenruptur. Das Vorkommen von partiellen, subcu-

tanen Achillessehnenrupturen wird in jüngster Zeit von mehreren Autoren angezweifelt (Arner und Lindholm, H.R. Schönbauer, Bate, Mayer u.a.m.). Zu den subcutanen Achillessehnenrissen werden im weiteren Sinne aber auch diejenigen Risse gerechnet, die am Muskel-Sehnen-Übergang gelegen sind, und Knochenausrisse aus dem Fersenbein an der Ansatzstelle der Achillessehne. Ein Sehnenriß in der eigentlichen Bedeutung des Wortes liegt naturgemäß nur dann vor, wenn die Sehne im rein sehnigen Teil durchreißt. Im allgemeinen Sprachgebrauch zählt man aber aus praktischen Gründen auch die Sehnenausrisse mit einer Knochenabspaltung am Calcaneus und die Abrisse der Sehne am Muskelbauch zu den Achillessehnenrupturen, da der Entstehungsmechanismus und der Funktionsausfall hier wie dort sich nicht unterscheiden. Tatsächlich handelt es sich nicht um Durchtrennungen der Achillessehne, sondern um Sehnenausrisse aus dem Muskelbauch oder um Frakturen des Fersenbeins. Aus therapeutischen Gründen unterscheidet man außerdem frische und veraltete Achillessehnenrupturen.

IV. Häufigkeit, Geschlechts-, Alters- und Seitenverteilung:

a.) Offene Achillessehnen-Durchtrennungen:

Die offenen Achillessehnen-Durchtrennungen sind relativ häufig. Trotzdem sind die Veröffentlichungen in der Weltliteratur selten. Das hängt wohl damit zusammen, daß diese Verletzung hinsichtlich ihrer Ätiologie, Diagnostik, Therapie und Begutachtung nicht so viele offene Fragen wie die subcutane Achillessehnenruptur aufwirft. Die mir zugänglichen Veröffentlichungen der Weltliteratur stammen von Turco (1924), Domrich (1951), Toygar (1951), Kolb und Salem (1953) und Frings (1961).

T o y g a r berichtete aus dem Unfallkrankenhaus Wien über 36 Fälle von offenen Achillessehnen-Durchtrennungen in der Zeit von 1925 - 1944. Der erste beobachtete Fall geht auf das Jahr 1933 zurück. K o l b & S a l e m veröffentlichten aus der II. Chirurgischen Universitätsklinik in Wien 17 Fälle in der Zeit von 1933 bis 1952. D o m r i c h , F r i n g s und T u r c o beschrieben je einen Fall einer offenen Achillessehnenverletzung.

Das sind in der gesamten Weltliteratur 55 veröffentlichte Fälle offener Achillessehnenverletzungen.

K o l b & S a l e m und T o y g a r haben darauf hingewiesen, daß diese Verletzung anfänglich sporadisch 1 - 2 mal im Jahr auftrat. Später wurde sie infolge der gewaltigen Inanspruchnahme der Menschen in der Metallindustrie häufiger, so daß im Jahre 1944 die Zahl auf 8 Fälle im Jahr anstieg (T o y g a r).

	1924	1925-1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939
FÄLLE:	BERICHT VON A. TURGO	0	2	1	2	1	3 (Fall Dom- rich)	2	5
		← O. TOYGAR							→

	1940	1941	1942	1943	1944	1933 - 1952	1961
FÄLLE:	0	7	2	4	8	17 (KOLB & SALEM)	1 (FRINGS)
	← O. TOYGAR						

Tabelle 1: Jahresverteilung.

Je nach der Art der Entstehung und der Stärke der einwirkenden Ursache war der Grad der Verletzung der Achillessehne verschieden. Die Sehne war 27 mal vollständig und 10 mal mehr als $\frac{4}{5}$ bis $\frac{4}{5}$ durchtrennt. Bei den übrigen

18 Fällen wurde eine teilweise bzw. oberflächliche Durchtrennung festgestellt.

<u>GESAMTZAHL</u> <u>der</u> <u>FÄLLE:</u>		<u>1. Gruppe:</u> VOLLKOMMENE DURCHTRENNUNG:	<u>2. Gruppe:</u> $\frac{1}{2}$ - $\frac{4}{5}$ DURCHTRENNUNG:	<u>3. Gruppe:</u> TEILWEISE od. OBERFLÄCHL. DURCHTRENNUNG:
Domrich:	1	1	—	—
Kolb & Salem:	17	16	1	—
Toygar:	36	9	9	18
Frings:	1	1	—	—
Gesamt:	55	27	10	18

Tabellg 2: Ausmass der Achillessehnedurchtrennung nach Angaben verschiedener Autoren.

Die Männer wurden häufiger verletzt. 43 mal war das männliche und 12 mal das weibliche Geschlecht von dieser Verletzung betroffen. Da es sich bei der Verletzung meist um Betriebsunfälle bestimmter Berufe handelt, die von Männern ausgeübt werden, ist dieses Ergebnis nicht überraschend.

	MÄNNER	FRAUEN
Domrich:	1	—
Kolb & Salem:	10	7
Toygar :	31	5
Frings:	1	—
Gesamt:	43	12

Tabelle 3: Geschlechtsverteilung.

Das bevorzugte Alter ist das 2., 3. und 4. Dezenium, wenn auch die Verletzung mitunter im 1. und 6. Lebensjahrzehnt vorkommt.

ALTER (Jahre):	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70
Kolb & Salem:	3	2	4	4	1	2	1
Toygar:	—	6	12	9	6	3	—

Tabelle 4 : Altersverteilung.

Überwiegend wurde die rechte Achillessehne verletzt. 32 mal traf die Verletzung die rechte und 23 mal die linke Achillessehne.

SEITE :	Rechts	Links
Kolb & Salem:	9	8
Toygar:	23	15
Gesamt:	32	23

Tabelle 5 : Seitenverteilung.

Ein Vergleich mit den an der Chirurgischen Universitätsklinik München in den Jahren 1949 bis 1964 zur Behandlung gekommenen offenen Achillessehnenverletzungen zeigt folgendes:

Es wurden insgesamt 11 Fälle beobachtet.

JAHR:	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
FÄLLE:	1	0	0	0	0	0	0	1
JAHR:	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
FÄLLE:	0	1	2	2	1	2	1	0

Tabelle 6: Verteilung auf die einzelnen Jahre.

Es konnte keine Anhäufung in bestimmten Jahren festgestellt werden. Die Verletzung trat vielmehr sporadisch 1 bis 2 mal im Jahr auf.

Eine vollkommene Durchtrennung der Sehne konnte 6 mal festgestellt werden. 4 mal war die Sehne mehr als $\frac{1}{3}$ bis $\frac{4}{5}$ durchtrennt und 1 mal war die Läsion der Sehne nur oberflächlich.

1. Gruppe: VOLLKOMMENE DURCHTRENNUNG	2. Gruppe: $\frac{1}{3}$ - $\frac{4}{5}$ DURCHTRENNUNG	3. Gruppe: OBERFLÄCHLICHE DURCHTRENNUNG
6	4	1

Tabelle 7: Ausmaße der Achillessehnen durchtrennung (eigene Fälle).

Interessanterweise kann ein abweichendes Verhältnis in der Geschlechtsverteilung registriert werden. Die Frauen waren bei den 11 Fällen 7 mal, die Männer nur 4 mal von der Verletzung betroffen.

Das bevorzugte Alter ist das 2., 3. und 5. Dezenium. Der jüngste Patient war 14 Jahre, der älteste 65 Jahre alt. Das Durchschnittsalter liegt bei 32 Jahren.

In unserem Krankenput konnte ebenfalls ein Überwiegen der rechtsseitigen Achillessehnenverletzungen festgestellt werden. Die rechte Achillessehne war 7 mal, die linke 4 mal verletzt.

							GESCHLECHT		SEITE	
ALTER (Jahre)	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	MÄNNER	FRAUEN	RECHTS	LINKS
FÄLLE:	4	2	1	3	0	1	4	7	7	4

Tabelle 8: Alters-, Geschlechts-, Seitenverteilung.

b.) subcutane Achillessehnenrupturen:

Von den subcutanen Verletzungen des Muskel- und Sehnenapparates stehen die im Bereich der Wade an der ersten Stelle. L i n i n g e r gibt sie mit 41,4 Prozent als die häufigsten an. Dennoch bezeichnen viele Autoren die subcutane Achillessehnenruptur als ein seltenes Krankheitsbild in der Unfallchirurgie. Das kommt wahrscheinlich daher, daß Mc C l i n t o n im Jahre 1940 unter 81.116 Industrieunfällen und ebenso Z o l l i n g e r unter 50.000 Unfällen keinen Fall einer subcutanen Achillessehnenruptur beobachten konnten. H.R. S c h ö n b a u e r fand unter 449.041 Unfällen in 25 Jahren nur 44 derartige Verletzungen, und S a l e m könnte unter 362.928 Verletzten nur 33 Rupturen der Achillessehne beobachten. Dies entspricht etwa einer Häufigkeit von 0,08 Promille.

L a w r e n c e und seine Mitarbeiter diagnostizierten am Massachuset-General-Hospital in Boston in einem Zeitraum von 54 Jahren 31 subcutane Achillessehnenrupturen, von denen 2 durch Skiunfälle verursacht worden waren.

M a l b e c und A q u i l l o stellten 1935 lediglich 86 Fälle aus der Weltliteratur zusammen, während H.R. S c h ö n b a u e r 1947 diese Zahl mit 154 Fällen angab. O. A r n e r und A. L i n d h o l m schätzten 1959 die Gesamtzahl aller subcutanen Achillessehnenrupturen auf 300 bis 400 Fälle.

Durch die große Teilnahme, namentlich der älteren Bevölkerung, am Sport und die steigende Inanspruchnahme der Menschen in allen Industriezweigen traten die subcutanen Achillessehnenrupturen nach dem 2. Weltkrieg gehäuft auf. So konnten aus der Weltliteratur 1.002 Fälle von subcutanen Achillessehnenrupturen zusammengetragen werden.

Darunter waren 6 subcutane, partielle Achillessehnenrupturen :

K o l b und S a l e m (1953) berichteten über 4, H ö l l - r i g l (1952) über 3, S a l o m o n (1921) über 2 Fälle,

v. Redwitz (1954), Wedel (1954), van de Kamp (1955), Gebhardt (1937), Zadek (1940), Tobin (1943) und Jakobs (1959) über jeweils einen Fall.

Die totale, subcutane Achillessehnenruptur tritt auch beidseitig auf. Ich konnte aus der Weltliteratur 8 Fälle von beidseitigen, gleichzeitigen Achillessehnenrissen (Petit (1722), Köpzig (1930), Seiffert (1931), Mc Laughlin (1947), J. Christensen (1954), Hartwich (1959), Spangler (1959) und Salem (1959)) und 11 Fälle von beidseitigen, nicht gleichzeitigen Achillessehnenrupturen (Schönbauer (1960) mit 5 Fällen, Hernandez (1932), Debaisieux (1947), U. Kirbach (1949), G. Mayr (1957), H. Klinger (1958) und M. Jakobs (1959) mit jeweils einem Fall) sammeln.

Diese Verletzung trifft vorwiegend Menschen, die im 3., 4. und 5. Lebensjahrzehnt stehen. Das Durchschnittsalter berechnet sich bei 435 Fällen auf 41 Jahre.

AUTOREN	DURCHSCHNITTS- ALTER (Jahre)	FÄLLE
HÖLLRIGL	40	6
H. SANDFÜHR	53	2
KAGER	40	38
H. DETZEL	40	6
H. FRINGS	35,56 σ° 37,02 (17-64,5J.) ♀ 34,11 (21-44,5J.)	88
J. CHRISTENSEN	42,08 (27-71 Jahre)	57
DAVIDSSON	39 (18-54 Jahre)	38
G. MAYR	44,8 (23-58 Jahre)	36
O. ARNER & A. LINDHOLM	38,5 (23-72J.) σ° 39 ♀ 36	74
H. R. SCHÖNBAUER	42,5 (21-67 Jahre)	45
KOLB & SALEM	40,5	20
SALEM	40,85	13
M. JAKOBS	38,75 (23-54 Jahre)	12

Tabelle 9: Durchschnittsalter nach Angaben der verschiedenen Autoren.

Die Verletzung trat bei den Männern häufiger als bei den Frauen auf. Bei 472 Fällen war das männliche Geschlecht zu 88,77 und das weibliche zu 11,23 Prozent von der Verletzung betroffen. Dieses Verhältnis ist sicherlich übertrieben; jedoch muß man mit Schönbauer ein Verhältnis von 70 : 30 Prozent annehmen.

AUTOREN	GESCHLECHT (in Prozentsatz)		GESCHLECHT (Fälle)	
	MÄNNER	FRAUEN	MÄNNER	FRAUEN
H. FRINGS	83,15 %	16,35 %	(5 Residive, 1 70 doppelseit. AS- K.)	14 (1 Residiv)
O. ARNER & A. LINDHOLM	85,87 %	14,13 %	79	13
KOLB & SALEM	90 %	10 %	18	2
H.R. SCHÖNBAUER	69,45 %	30,55 %	25	11
PLATT	81,82 %	18,18 %	9	2
SCHNABERTH	60 %	40 %	3	2
SILFVERSKIÖLD	57,15 %	42,85 %	4	3
TOYGAR	60 %	40 %	12	8
CHRISTENSEN	80,4 %	19,6 %	41	10
QUENÚ & STOIANOWITCH	92,65 %	7,35 %	63	5
SALEM	75 %	25 %	9	3
MAYR	80,6 %	19,4 %	29	7
JAKOBS	75 %	25 %	9	3
ABRAHAMSEN	—	—	7	—
DETZEL	—	—	6	—
KIRBACH	—	—	3	—
SANDFÜHR	—	—	2	—

Tabelle 10: Geschlechtsverteilung nach Angaben der einzelnen Autoren.

Die linke Achillessehne war häufiger verletzt als die rechte. Unter 448 Fällen war 253 mal die linke und 195 mal die rechte Seite von einer subcutanen Achillessehnenruptur befallen. Die linke Achillessehne rupturierte demnach in 56,53 und die rechte in 43,47 Prozent der Fälle.

AUTOREN:	SEITE (in %)		SEITE (Fälle)	
	rechts	links	rechts	links
KOLB & SALEM	60 %	40 %	12	8
FRINGS	54 %	46 %	48	41
MAYR	27 %	73 %	10	27
DAVIDSSON	42 %	58 %	16	22
ARNER&LINDHOLM	40 %	60 %	37	55
CHRISTENSEN	43 %	57 %	unbekannt	
SCHÖNBAUER	39 %	58 %	58	83
KIRBACH	33 %	66 %	1	2
SALEM	62 %	38 %	8	5
JAKOBS	41 %	59 %	5	7
LAUENSTEIN	—	—	—	1
SANDFÜHR	—	—	—	2

Tabelle 11: Seitenverteilung nach Angaben der einzelnen Autoren.

Subcutane Achillessehnenrupturen, die mit einem Ausriß eines Knochenstückchens aus dem Calcaneus an der Ansatzstelle der Sehne einhergingen, werden von H.R. Schönbauer (1951), J.E. Arneith (1953) und M. Jakobs (1959) berichtet (Calcaneusabrißfrakturen).

H. D e t z e l (1950) veröffentlichte 6 Fälle von subcutanen Achillessehnenrupturen, bei denen der Riß am Übergang von der Sehne zum Muskel lag (Muskelausrisse).

H. F r i n g s und O. A r n e r & A. L i n d h o l m konnten jeweils 4 Rezidive nach einer operativen Wiederherstellung der rupturierten Achillessehne beobachten.

Die Ruptur der Achillessehne ereignet sich häufig bei der Ausübung einer Sportart. G l o g o w s k i berichtet über 32 Skiunfälle, die einen Abriß der Sehne zur Folge hatten. L i n d h o l m fand bei 89 Verletzungen 85 Sportunfälle. S c h ö n b a u e r beschreibt 82 Sportunfälle bei 151 Achillessehnenabrissen. G e b - h a r d t gibt einen Bericht über 49 Sportunfälle und M a y r veröffentlichte 36 Verletzungen, die sich beim Skifahren durch einen Frontalsturz ereigneten. J a - k o b s konnte bei 12 Fällen 8 mal einen Sportunfall als Ursache angeben. Die prozentuale Beteiligung des Sports am Zustandekommen einer Achillessehnenruptur beläuft sich demnach auf 73 Prozent. Man muß annehmen, daß diese Zahl wahrscheinlich zu hoch angesetzt ist, und die ursächliche Beteiligung des Sports an den Achillessehnenrupturen auf 60 Prozent schätzen.

Im Krankengut der Chirurgischen Universitätsklinik München konnten 36 Fälle von subcutanen Achillessehnenrupturen festgestellt werden.

Die Verletzung trat in den letzten 7 Jahren gehäuft auf.

Allein 16 Fälle waren Skiunfälle, und weitere 8 Patienten zogen sich die Ruptur bei einer anderen sportlichen Betätigung zu. Damit trat das Rupturereignis bei 66,66 Prozent der Verletzten während einer sportlichen Betätigung ein.

1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
0	4	1	1	1	0	0	2
1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
0	5	2	3	6	8	1	5

Tabelle 12: Verteilung auf die einzelnen Jahre (eigene Fälle)

Die Achillessehne war einmal nur teilweise zerrissen (Fall 15), zweimal konnte ein Riß am Muskel-Sehnen-Übergang festgestellt werden (Fall 9 und 29) und zweimal wurde bei der Operation ein Ausriß der Knochenansatzstelle aus dem Fersenbein diagnostiziert (Fall 1 und 3). Außerdem kann ich über einen totalen, doppelseitigen, nicht gleichzeitigen, Achillessehnenabriß berichten (Fall 35 und 36).

Die Verletzung ereignete sich vorwiegend im 3., 4. und 5. Dezenium. Der jüngste Patient war 19 Jahre, der älteste 67 Jahre alt.

ALTER (Jahre)	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70
FÄLLE	1	7	9	11	4	3
FRAUEN	—	1	6	1	—	1
MÄNNER	1	6	3	10	4	2

Tabelle 13: Altersverteilung (eigene Fälle).

Das Durchschnittsalter liegt bei 41 $\frac{1}{2}$ Jahren. Bei den Frauen liegt es bei 38 $\frac{1}{2}$ und bei den Männern bei 42 $\frac{1}{4}$ Jahren.

Die Männer waren 27 mal, die Frauen 9 mal von der Verletzung betroffen. Das ergibt ein Verhältnis von 75 : 25 Prozent.

Die rechte Achillessehne rupturierte 16 mal, die linke 20 mal. Das sind 44,44 Prozent rechtseitige und 55,56 Prozent linksseitige Achillessehnenrisse. Die Männer zeigten 12 rechtsseitige und 15 linksseitige, die Frauen 4 rechtsseitige und 5 linksseitige Rupturen der Achillessehne.

GESCHLECHT				SEITE			
FÄLLE		PROZENT		rechts (Fälle)		links (Fälle)	
Männer	Frauen	Männer	Frauen	16	♂ 12 ♀ 4	20	♂ 15 ♀ 5
27	9	75, %	25 %	44,44 %		55,56 %	

Tabelle 14: Geschlechts- und Seitenverteilung (eigene Fälle).

Ein Vergleich mit der Weltliteratur zeigt keine ausgeprägten Abweichungen hinsichtlich der Ergebnisse der Alters-, Geschlechts- und Seitenverteilung. Ebenso ist die große Zahl der Sportunfälle, die eine Achillessehnenruptur nach sich ziehen, auffallend. Die Ergebnisse der Weltliteratur sind an Hand der 36 eigenen subcutanen Achillessehnenrupturen bestätigt worden.

V. Ätiologie:

Die offenen Verletzungen der Achillessehne können in ihrer Entstehung leichter erklärt werden. Dagegen sind bei den subcutanen Achillessehnenrupturen noch nicht alle ätiologischen Probleme eindeutig geklärt.

Die offenen Durchtrennungen der Achillessehne sind in ihrer Art der Entstehung vielgestaltig. Wir sehen Schnitt-, Stich-, Riß-, Quetsch- und Bißverletzungen der Achillessehne. Die Schnittverletzungen können durch Glasscherben, Fensterscheiben, Waschbecken, Klosettmscheln, etc. verursacht werden. In landwirtschaftlichen Berufen entstehen Achillessehnenverletzungen meist durch Sensen-, Sichel- oder Beilhiebe. Es sind auch einige Fälle berichtet worden, bei denen als Ursache Pflugschaufeln und Mähmaschinenblätter angegeben wurden. Ferner wurden des öfteren Dreher und Blechschneider in der Metallindustrie befallen. Dort verursachen Eisenplatten und Metallspäne Schnittverletzungen der Achillessehne. Nicht ganz so häufig kommt die offene Achillessehrendurchtrennung als Riß- und Quetschverletzung vor. Als Ursache sind hierbei Verkehrsunfälle, Kriegsverletzungen durch Schuß oder Bombensplitter und Einklemmunfälle bei Bau- und Waldarbeiten zu nennen. Stich- und Bißverletzungen der Achillessehne sind äußerst selten. In der gesamten mir zugänglichen Literatur konnte ich keine diesbezügliche Verletzung finden.

In den beiden großen Veröffentlichungen von T o y g a r (1951) und K o l b & S a l e m (1953) werden folgende Ursachen für die Entstehung einer offenen Achillessehrendurchtrennung angegeben:

AUTOR	URSACHEN	Vollkommene DURCHTRENNUNG	$\frac{1}{3} - \frac{1}{2}$	Oberflächliche
<u>O.</u> <u>TOYGAR</u>	Eisenspan	4	5	1
	Glas	1	2	5
	Pflug	1	-	-
	Sense	1	-	1
	Porzellan-Waschbecken	1	-	-
	Fall v. Blech- u. Eisenplatten	1	1	4
	Fall von Eisenstück	-	1	2
	Mit dem Fuß in die Fahrradspindel gekommen	-	-	2
	Sturz vom Motorrad	-	-	1
	Einklemmung zwischen Aufzug und Schacht	-	-	1
	Von vorbeifahrenden Kinn gestraift	-	-	1
	Gesamt	9	9	18
<u>KOLB</u> <u>&</u> <u>SALEM</u>	Glasscheiben, Fensterscheiben	9	-	-
	Waschbecken, Klosettmaschine			
	Sichel, Sense, Mähmaschine	6	-	-
	Schuß- und Bombensplitter	1	1	-
	Gesamt	16	1	-

Tabelle 15: Ursachen der offenen Achillessehnenverletzungen bei O. Toygar und Kolb & Salem.

Daraus geht hervor, daß bei 19 von 53 Fällen Glas- oder Porzellangegegenstände, bei 10 Fällen Eisenspäne und bei 7 Fällen landwirtschaftliche Geräte die Ursache der Durchtrennung waren. Die anderen Durchtrennungen gingen auf verschiedene, uneinheitliche Ursachen zurück. Außer einigen Ausnahmen waren die meisten Verletzungen Betriebsunfälle.

Der Mechanismus der offenen Durchtrennung der Achillessehne ist leichter als der der subcutanen Ruptur zu erklären. Je gespannter die Sehne ist, desto leichter und intensiver ist die Wirkung der einschneidenden Objekte. Bei allen Unfällen war die Sehne durch eine starke Kontraktion des m. triceps surae genügend angespannt. Die Kontraktionsspannung der Sehne, die Gewalt des einwirkenden Objektes und die Gewebsfläche, die das einwirkende Objekt trifft, sind für das Ausmaß der Durchtrennung ausschlaggebend. Daraus wird verständlich, daß das Ausmaß der Durchtrennung bei den offenen Achillessehnenverletzungen oberflächlich, mehr oder weniger teilweise, und vollkommen sein kann.

Eigene Fälle:

Die 11 offenen Achillessehnedurchtrennungen wurden 5 mal durch Glasgegenstände verursacht. In den übrigen 6 Fällen wurden uneinheitliche Ursachen, die zur Durchtrennung der Sehne führten, beobachtet. In 6 Fällen wurde eine reine Schnittverletzung, in 3 Fällen eine Riß-Schnittverletzung, und in 2 Fällen eine Riß-Quetschverletzung festgestellt; 4 Patienten erlitten den Unfall an ihrer Arbeitsstelle. Bei allen Fällen war die Achillessehne zur Zeit des Unfallereignisses durch eine starke Kontraktion des m. triceps surae genügend angespannt. Die Sehne war 6 mal total, 4 mal mehr als $\frac{1}{3}$ - $\frac{4}{5}$ ihrer Breite, und einmal oberflächlich durchtrennt.

FALL und sein BERUF	URSACHE	VERLETZUNGSART			BETRIEBS-UNFALL	ART der DURCHTRENNUNG		
		Schnitt	Riß-Schnitt	Riß-Quetschung		total	1/3 - 4/5	oberfläch.
1. Baupolier	Fall vom Baggarkorb	-	-	1	x	-	-	1
2. Schüler	Abrutschen vom Fahrradpedal	-	1	-	-	1	-	-
3. Isolierer	Fleckenbo-den.glas	1	-	-	-	1	-	-
4. Maschinen-schlosser	Glatteis	1	-	-	-	-	1	-
5. Kassiererin	Backblech	1	-	-	x	1	-	-
6. Sekretärin	Glasscheibe	1	-	-	-	-	1	-
7. Haustochter	Glasscherbe	1	-	-	-	1	-	-
8. Volantärin	Steinschlag b. Bergsteigen	-	-	1	-	1	-	-
9. Tänzerin	In Glasanzfläche eingebrochen	-	1	-	x	-	1	-
10. Kfm. Ange-stellte	Ausrutschen auf Treibbahnplatt-form	-	1	-	-	-	1	-
Lager-11. arbeitserin	Glasplatte	1	-	-	x	1	-	-
		6	3	2	4	6	4	1

Tabella 16: Ursachen, Verletzungsart, Betriebsunfälle und Art der Durchtrennung bei 11 eigenen, offenen Achillessehnen-Verletzungen.

Das Unfallereignis ist oft ein unvorhergesehener Zwischenfall. Sorglosigkeit und Unerfahrenheit spielen dabei so gut wie keine Rolle. Dennoch tritt die Verletzung bei bestimmten Berufen gehäuft auf. Zur Verhütung kann man sehr wenig tun. Das Durchbrechen auf einer Glastanzfläche oder das Umfallen einer Glasscheibe sind ebenso unvermeidliche Unfälle, wie der Fall einer Eisen- oder Blechplatte. Das Schuhwerk gewährt auch keinen richtigen Schutz, da scharfe Kanten oder Metallspitzen das Leder glatt durchschneiden. Ein hoher Schuh bietet natürlich einen besseren Schutz als ein Halbschuh. Zur Verhütung dieser Ver-

letzungen in der Metallindustrie wurde der Vorschlag gemacht, den Boden in Betrieben rechtzeitig, auch während der Arbeit, von allen Metallspänen gründlichst zu säubern.

Die subcutane Achillessehnenruptur: Die älteren Autoren kennen das Krankheitsbild als eine Verletzung der Tänzer, Akrobaten, Clowns, Bergsteiger, Hochgebirgsjäger und Tennisspieler. Im Tennissport spricht man vom "tennis-leg", oder "calf-sprain".

Schon bald hatte man bemerkt, daß verschiedene ursächliche Faktoren eine geschlossene Achillessehnenzerreißung herbeiführen können. Deshalb unterschied O. T o y g a r diese ätiologischen Momente und schlug folgende Einteilung vor:

- 1.) Traumatische Achillessehnenrupturen: Sie haben beispielsweise einen Schlag gegen die Sehne als Ursache.
- 2.) Nicht traumatische Achillessehnenrupturen: Sie ereignen sich beim Springen oder beim Start eines Kurzstreckenlaufes.
- 3.) Pathologische oder spontane Achillessehnenrupturen: Sie stehen in ursächlichem Zusammenhang mit einer früher durchgemachten Erkrankung, z.B. der Lues oder Tabes dorsalis.

Der größte Teil von T o y g a r ' s Fällen gehört der Gruppe 2 an (13 Fälle). Die anderen 4 Fälle waren durch ein direktes Trauma der Sehne entstanden. Die Publikationen von H.R. S c h  n b a u e r , L a w r e n c e und Mitarbeitern, und anderen Autoren zeigen ungefähr dieselbe Verteilung.

Bald befriedigte die obige Einteilung nicht mehr, so daß H.R. S c h  n b a u e r eine andere Klassifikation vorschlug.

- 1.) Achillessehnenrisse, die durch ein direktes Trauma verursacht werden; z.B. durch einen Hieb mit einem stumpfen Gegenstand. Obwohl die Sehne durch ihre freie, ungeschützte Lage häufig direkten Traumen ausgesetzt ist, kommt es nur selten zur Ruptur, da die Sehne außergewöhnlich widerstandsfähig ist und wegen ihres Weichteilpolsters dem Stoß ausweichen kann.
- 2.) Achillessehnenrisse, die durch ein indirektes Trauma entstanden sind. Der Riß ist durch eine Überbeanspruchung der Achillessehne bedingt.
- 3.) Pathologische Achillessehnenrisse: Sie entstehen im normalen Alltagsleben unter normaler funktioneller Belastung einer stark vorgeschädigten Achillessehne.

Die direkten Achillessehnenrisse sind unmittelbar auf die Einwirkung einer starken äußeren Gewalt zurückzuführen: entweder wird das Bein in Höhe der Achillessehne von einem heftigen Schlag getroffen, oder, was das Gleiche bedeutet, das Bein schlägt bei einem Sturz oder bei einer heftigen Bewegung mit der Achillessehne auf einem unbeweglichen Gegenstand auf. Damit es zur Ruptur kommt, muß der Stoß im rechten Winkel zur Richtung der Sehnenfasern auf einer schmalen Oberfläche auftreffen, und die Sehne durch die Kontraktion des m. triceps surae straff gespannt sein (B a t e).

Q u e n ù & S t o i a n o v i t c h berichteten über 3 Fälle, die durch ein direktes Trauma entstanden sind. S e i f f e r t beschreibt einen doppelseitigen Achillessehnenriß, der ein direktes Trauma als causale Voraussetzung hatte. S c h ö n b a u e r nimmt ein direktes Trauma in 20 Prozent aller subcutanen Achillessehnenrupturen als Ursache für die Verletzung an. Wesentlich häufiger werden die Achillessehnenrisse durch ein indirektes Trauma verursacht.

Muskel-Mechanische Ursachen:

Sie entstehen durch eine heftige Kontraktion des m. triceps surae bei normalen Bewegungen besonders während sportlicher Übungen: im Augenblick des Abstoßens der Fußspitze vom Boden beim Start, beim Anhalten aus vollem Laufe, aber auch während des Laufens, wenn das Gewicht des nach vornüberneigenden Körpers im Sprunggelenk abzufangen ist. Der Riß erfolgt ebenso bei Sprungübungen, wenn versucht wird, die Wirkung des Falles bei gestrecktem Fuß mit den Fußspitzen abzubremesen. Solche Fälle, bei denen die Ruptur durch übermäßige Belastung der Achillessehne zustandekommen, beschreiben D e t z e l und T o y g a r .

Häufig entstehen die Achillessehnenrisse bei plötzlichen affektbetonten Bewegungen, bei denen die Sehne über das gewohnte Maß hinaus beansprucht wird. D e t z e l beschreibt einen Fall, als der Patient vor einem herannahenden Auto noch schnell die Straße überqueren wollte. Er machte dazu einige kräftige Sprünge und hatte plötzlich das Gefühl, daß ihm von dem vorbeifahrenden Auto ein Stein gegen die Wade geschleudert wurde.

Q u e n á & S t o i a n o v i t c h sind der Meinung, daß der Riß bei allen indirekten traumatischen Rupturen durch eine plötzliche, kräftige Kontraktion des m. triceps surae allein bewirkt wird. R i e d i n g e r , von S a a r und andere Autoren, vertreten die Ansicht, daß erst eine zusätzliche plastische Dehnung des kontrahierten Muskels die Ruptur verursacht, z.B. beim Absprung aus der Hocke durch eine plötzliche Kniestreckung. Dabei wird der am kontrahierten Gastrocnemius wirkende Zug auf dessen seh-nigen Anteil übertragen, was das Einreißen der weniger elastischen Sehne bewirkt.

Aber auch in umgekehrter Weise ist dieser Bewegungsablauf denkbar. Tritt die Sehne bei gestrecktem Fuß plötzlich tiefer, dann kann die durch eine ruckartige Dehnung zustandekommende Zugkraft die Zugwirkung des Muskels um ein Vielfaches übertreffen, und die Ruptur veranlassen. Dies ist des öfteren beim Fall im Moment des Auftreffens der Fußspitzen auf dem Boden, oder beim Tritt in eine unbemerkte Bodenvertiefung der Fall. A r n e r § L i n d h o l m geben 3 Haupttypen von indirekter Gewalt an, die auf muskelmechanischen Faktoren basieren und zur Ruptur führen sollen:

1. Das Abstoßen mit dem das ganze Körpergewicht tragenden Vorfuß, während das Kniegelenk gestreckt ist.
2. Eine plötzliche, unerwartete Dorsalflexion der Ferse.
3. Eine heftige Dorsalflexion eines plantarflektierten Fußes.

Die Ruptur tritt dann ein, wenn die Zugbeanspruchung die Tragkraft der Sehne, die sich auf 250-400 kg berechnet (V i e r r o d, S t u c k e), übersteigt. Da über die Achillessehne 87 Prozent der Arbeitsleistung des Fußes bei der Plantarflexion geleistet werden, nämlich 16,4 mkg von 18.8 mkg, kann die Tragkraft der Sehne besonders bei Personen mit schwerem Körpergewicht überschritten werden.

In einem von S a l i s mitgeteilten Fall zog sich ein 240 kg schwerer Mann einen Riß der Achillessehne zu, als er plötzlich mit einem Fuß in eine Bodenvertiefung trat. Man kann hier ohne weiteres den Riß als Folge eines Mißverhältnisses von Belastung und Belastungsfähigkeit der Sehne erklären.

Die Festigkeit des Sehnen-Muskel-Apparates wird sehr verschieden beurteilt. M c M a s t e r und F i n k & W h y s kamen aufgrund ihrer experimentellen Untersuchungen am Froschgastrocnemius zu folgendem Ergebnis. Die Sehne ist unter allen Bedingungen, sowohl bei dynamischer als auch bei statischer Belastung, stärker als der Muskel. Die Sehne reißt nur, wenn sie primär geschädigt ist.

T r i e p e l fand bei statischer Belastung eine ca. 50 mal größere Belastungsfähigkeit der Sehne gegenüber der Muskulatur. Bei dynamischer ruckartiger Belastung erreicht der Muskel annähernd die Festigkeit der Sehne, sofern er kontrahiert ist. Das Verhältnis der Festigkeit zwischen Muskel und Sehne beträgt dann etwa 80:85 Prozent. Der Autor weist aber ausdrücklich daraufhin, daß Längen- und Volumenverhältnisse von Muskel und Sehne eine entscheidende Rolle für die Festigkeit spielen. Die Stärke der Sehne steigt proportional ihrer Länge an.

Eine ähnliche Ursache haben die Rupturen, die sich bei Skiunfällen ereignen. S a l e m und S c h ö n b a u e r sehen in den neuartigen Skibindungen, die den Fuß und die Ferse fest am Ski fixieren, die Voraussetzung für die Achillessehnenzerreißung. Beim Frontalsturz hängt das ganze Körpergewicht an der Achillessehne. Fügt man diesem den

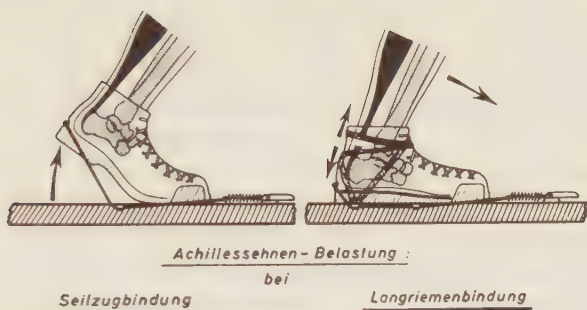


Abb. 1 Achillessehnenbelastung.
a) bei der früher üblichen Seilzugbindung und b) bei Langriemen- oder Sicherheitsabindung.

zweifelloos nicht zu unterschätzenden reflektorischen Muskelzug hinzu, dann kann die bei Leichenversuchen errechnete Reißfestigkeit von 300 - 400 kg durch eine Überdehnung der Achillessehne übertroffen werden.

Auffällig ist, daß die Ruptur meistens unter Bedingungen zustandekommt, die eine gesunde, kräftige Sehne im Experiment niemals reißen lassen. Auch dafür sind zahlreiche Erklärungen versucht worden. So wiesen Q u e n ú & S t o i a n o v i t c h daraufhin, daß es nicht nur die Stärke der auftreffenden Gewalt ist, sondern eine fehlerhafte Anwendung der Kraft, die zur Durchtrennung der Achillessehne führt. Sie nehmen an, daß sich in diesen Fällen die angewandte Kraft nicht wie normal auf den ganzen Querschnitt der Sehne verteilt, sondern durch eine anomale Stellung zur Bewegungsachse nur auf eine kleine Anzahl von Sehnenfasern übertragen wird. Dann setzt die Ruptur beispielsweise an einer Randstelle der Sehne ein und wird, nachdem die Sehne eingerissen ist, schnell vollständig.

D o r s a y , C s i p a k & D e t t r e und H e n s c h e n sehen die Ursache für die subcutane Achillessehnenruptur in der besonderen Belastung, der der Gastrocnemius bei bestimmten Berufsgruppen ausgesetzt ist. Der Muskel paßt sich dieser Belastung mit einer Hypertrophie an. Die Achillessehne kann dieser Volumenvermehrung der Muskulatur nicht im geforderten Umfange folgen. Auf dieser Grundlage treten klinisch nicht erfaßbare Mikrorisse im Sehngewebe auf, die wieder vernarben. Dadurch wird die Sehne mit der Zeit soweit geschädigt, daß sie bei übermäßiger Belastung ganz reißt. H e n s c h e n prägte den Begriff der "chronischen Zerfaserungsruptur".

Eine andere Erklärung für das Zustandekommen von Achillessehnenrissen durch anamnestisch geringen Kraftaufwand gibt A l b r e c h t . Die Achillessehne muß sich bei einer plötzlichen Kniestreckung gegen ein Widerlager spannen. Sie reißt dann wie eine Schnur, die über eine scharfe Kante verläuft, und plötzlich maximal gespannt wird. Dieser Mechanismus erklärt zwangsläufig die Beobachtung, daß die Achillessehne in der Regel einige Zentimeter über ihrem Ansatz am Calcaneus zerreißt. Dies ist die Stelle, an der bei Tänzern, Akrobaten, Clowns, Bergsteigern und Tennisspielern der Rand des Schuhauschnittes an die Achillessehne stößt. "Die Sehne wird plötzlich über der scharfen Kante angespannt und birst." Der Kraftaufwand steht dabei im Krassen Gegensatz zum Effekt.

Auch B r a g a r d beobachtete, daß der Riß gewöhnlich an typischer Stelle erfolgt. Die Stelle liegt etwa am unteren Ende der freien Sehne, zwischen den äußersten Fasern des m. soleus und dem Fersenbeinansatz der Sehne, also zwischen dem aktiv muskulären und dem passiven Pol. Sie erfährt bei Bewegungen besonders in sagittaler Richtung die stärksten Verlagerungen. Bei der willkürlichen

Plantarflexion bildet die freie Sehne an der Stelle mit dem Scheitel einen Bogen, welcher sich bei zunehmender Belastung durch eine Dorsalflexion immer mehr ausgleicht. Bei einer plötzlichen unkoordinierten Anspannung des Muskels kann hier sehr leicht eine Überdehnung der Sehne erfolgen, die zur Ruptur führt.

Auch B l ü m e l & P i z a (1957) sind der Meinung, daß Muskel- und Sehnenrupturen gewöhnlich durch reflektorische und unkoordinierte Bewegungen entstehen. Wenn die Dehnungsstärke des Muskel- und Sehnengewebes vermindert ist, können sogar koordinierte, kontrollierte Kontraktionen von ausreichender, wenn auch ziemlich leichter Intensität, zur Ruptur führen.

Während einige Autoren für die Ruptur am Muskel-Sehnen-Übergang die gleichen Ursachen wie für die Ruptur der gemeinsamen Sehne des m. triceps surae anführen, ist D e t z e l der Ansicht, daß Risse an dieser Stelle grundsätzlich andere Voraussetzungen haben. Nach seinen Untersuchungen stellt die Verschmelzungslinie von Muskel und Sehne einen schwachen Punkt dar. Demzufolge glaubt J a k o b s , daß es nicht erst Schädigungen endogener und exogener Art bedarf, um es an dieser Stelle zu einem Sehnenaußriß kommen zu lassen. Seine Annahme wurde durch histologische Untersuchungen bestätigt. Sie zeigten ein Muskel- und Sehnengewebe ohne entzündliche oder degenerative Veränderungen, das lediglich Zeichen frischer Blutungen aufwies. Diese waren durch das Unfallereignis hinreichend erklärt. Wenn es trotzdem selten zu Ausrissen der Achillessehne aus dem Muskelbauch kommt, so ist dies dem normalen Funktionieren der kinetischen Kette zu verdanken, die ein zweckmäßiges Muskelzusammenspiel, und damit einen harmonischen Bewegungsablauf garantiert (P a y e r). "Erst eine Störung im Zusammenspiel, eine Unterbrechung der kinetischen Kette, wird am locus minoris resistentiae das Rupturereignis eintreten lassen". (C h r i s t e n s e n).

Auch B o f i n g e r ist der Ansicht, daß eine Relation besteht zwischen aktiver Muskelkontraktion und Ruptur an typischer Stelle und passiver Überdehnung und Ruptur am Übergang zur Muskel-Sehnenplatte.

Am weitaus häufigsten ist die Achillessehnenruptur die Folge einer Sportverletzung. Bei vielen Sportlern erreicht die Wadenmuskulatur einen derartigen Umfang, daß sich ein Mißverhältnis von Muskel und Sehne als Ursache der Ruptur ergibt (M a y r). Nach K a g e r und B a t e ist sie aber ebenso die Folge einer ungenügenden Abstimmung von Kraft, Trainingszustand und geforderter Leistung. Sehr oft tritt die Verletzung nach einer Dauerleistung gegen Ende eines langen Laufes oder beim Springen in ermüdetem Zustand auf. Besonders rupturgefährdet sind ungeübte Personen, die ihren Körper nach längeren Trainingspausen sofort wieder große Leistungen zumuten. K o l b & S a l e m berichten über 4 Fälle, bei denen sich die Ruptur nach schwerer, körperlicher Überanstrengung (Gewaltmarsch, 10.000 m-Lauf), und über 3 Fälle, bei denen sie sich nach längerer Trainingspause einstellte.

E. T h o m a s beobachtete bei völlig untrainierten Soldaten Achillessehnenrupturen, die durch ein indirektes Trauma entstanden waren. Er ist der Meinung, daß es besonders an Sehnen, die großen körperlichen Anstrengungen nie oder lange Zeit nicht mehr unterzogen wurden, zu Strukturveränderungen kommt. Er vergleicht diese Veränderungen mit denen, wie sie nach Achillessehnenrupturen bei Rennpferden, die eine längere Schonzeit hinter sich hatten, gesehen wurden.

K a g e r weist in diesem Zusammenhang auf die wichtige Funktion des m. plantaris hin. Seine Aufgabe besteht vor allem darin, die Achillessehne in einer physiologischen Spannung zu halten.

Dann sind die einzelnen Faserbündel bereits bei der Beanspruchung der Sehne auf eine Anspannung in Längsrichtung funktionell eingestellt, während im entspannten Zustand beim Versagen dieser kinetischen Kette ein plötzlich wirkender Zug zum Einreißen der Sehne führt. So ist die völlige Unversehrtheit des m. soleus bei allen untrainierten Personen ein Befund, der darauf hindeutet, daß der Muskel zur Zeit der Ruptur nicht im Kontraktionszustand gewesen sein kann. Als mögliche Ursache für das Versagen dieser kinetischen Kette mißt der Autor äußeren Einflüssen eine gewisse Bedeutung bei. So sollen Witterungsumschläge, Windverhältnisse, der Feuchtigkeitsgrad und die Temperatur der Luft das Zusammenspiel dieser beiden Muskeln beeinflussen können.

Debrunner wies auf die Zusammenhänge zwischen Ermüdung, gestörter Proprioceptivität und falschen Bewegungsabläufen hin. Sie und colloid-chemische Alterungsvorgänge in der Achillessehne sind die Voraussetzung für eine Achillessehnenruptur bei älteren und untrainierten Personen.

Schließlich erklärt Baetzner die indirekt-traumatische Achillessehnenruptur auf dem Umwege der "Pathologie der Funktion". Hierbei wird das Gesetz la Marque's vom "Kräftigerwerden und Tüchtigerwerden geübter Organe" gültig. Danach hat die Funktion auf manche Organe einen schädigend-destruktiven Einfluß. Die gewöhnliche tägliche Inanspruchnahme, also die Tätigkeit an sich, kann Strukturveränderungen und Schädigungen im Achillessehnengewebe bedingen, ohne daß ein krankhafter Vorgang vorliegt. "Der Gebrauch schafft den Abbau."

Degenerative Veränderungen als Ursache für die indirekt-traumatischen Achillessehnenrupturen

Die meisten Autoren sind der Meinung, daß die mechanischen Momente für das Zustandekommen dieser Form der Achillessehnenruptur nicht ausreichen. Es liegen nämlich zahlreiche Berichte vor, die eine Achillessehnenruptur als Bagatellverletzung ohne wesentliche Gewalteinwirkung bei geübten Bewegungsabläufen beschreiben. Diese Tatsache ließ sie an Veränderungen an der Sehne selbst denken; denn nur eine vorgeschädigte Achillessehne kann bei einem minimalen Trauma zerreißen. Das Trauma kann also nur der letzte Anlaß für das Rupturereignis sein (L a n g e , T h o m p s e n , A r n e r & L i n d h o l m , S c h ö n b a u e r , J e n n y , T o y g a r , M a y r , J a k o b s u.a.). Ebenso auffallend ist die Tatsache, daß die meisten Achillessehnenrisse Personen ereilen, die im 4. Lebensjahrzehnt stehen, während der Riß bei Jugendlichen oder alten Leuten höchst selten ist.

Den Beweis dafür, daß eine Vorschädigung der Achillessehne die Voraussetzung für die Achillessehnenruptur ist, haben verschiedene Autoren experimentell (V i e r r o d , S t u c k e) und durch histologische Untersuchungen (A r n e r & L i n d h o l m , S c h ö n b a u e r , M a y r u.a.) zu erbringen versucht.

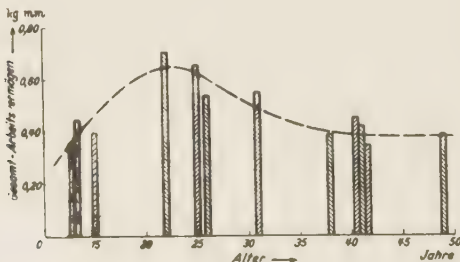


Abb. 2) Gesamtarbeitsvermögen in Abhängigkeit vom Lebensalter.

Stucke weist auf Degenerationsprozesse hin und erklärt sie dadurch, daß im 4. Dezenium schon eine physiologische Degeneration der Achillessehne begonnen hat. In diesem Alter wird aber häufig noch ein Leistungsanspruch an das Sehnengewebe gestellt, dem es einfach nicht mehr gewachsen ist. Er konnte in mechano-anatomischen Untersuchungen nachweisen, daß die Achillessehne um das 25. Lebensjahr ihre größte Elastizitätsbreite aufweist.

Nach Überschreiten dieses altersbedingten Leistungshöhenpunktes nimmt das elastische Verhalten der Achillessehne infolge schlechterer Durchblutung und degenerativer Veränderungen des Sehnengewebes ab. Eines Tages wird dann die Festigkeitsgrenze schon bei mäßiger Beanspruchung überschritten und die Achillessehne zerreißt. Die natürliche Abnahme der Reißfestigkeit erfolgt relativ schnell und konstant. Das Achillessehnengewebe eines 40-jährigen weist gegenüber dem eines 60-jährigen nur geringe qualitative Unterschiede auf. Die 30 - 40-jährigen sind deshalb, und weil heute in diesem Alter noch viel Sport getrieben wird, am meisten rupturgefährdet. Mit zunehmendem Alter läßt die Sportfreudigkeit nach und die Bewegungen werden bei verlangsamer Reflexfähigkeit und Muskelkontraktion vorsichtiger. Deshalb sehen wir im höheren Alter die Achillessehnenruptur lange nicht so häufig.

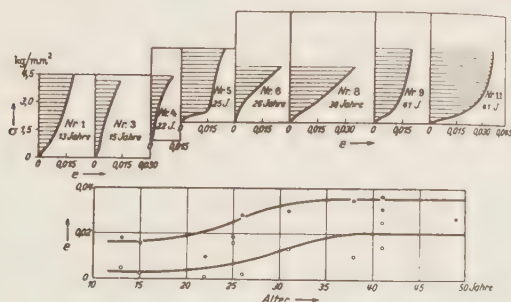


Abb.3) Elastische Unvollkommenheit in Abhängigkeit vom Lebensalter.

L e d d e r h o s e , F r i e d r i c h und N.A. W i t t
machen professionelle, chronisch-degenerative Schädigungen
der Achillessehne für deren Ruptur bei Sportlern, Clowns,
Parterreakrobaten und Tänzerinnen verantwortlich.

C. A r n e r , A. L i n d h o l m und S.R. O r e l l
treten grundsätzlich dafür ein, daß degenerative und nekro-
biotische Veränderungen die Voraussetzung für eine Achilles-
sehnenruptur sind. Sie konnten 74 Fälle von subcutanen
Achillessehnenrupturen histologisch untersuchen und in je-
dem Fall das Vorhandensein von degenerativen Veränderungen
aufzeigen. L i n d h o l m weist nachdrücklich darauf hin,
daß von 89 Patienten 96 Prozent irgendeine Sportart mehr
oder weniger intensiv betreiben. Die Patienten haben vorwie-
gend eine sitzende, berufliche Beschäftigung. P e t r e n ,
S j o s t r a n d & S y l v e n (1936) zeigten, daß
sportliche Übungen zu einer vermehrten Vaskularisation des
Muskelgewebes führen. Die gesteigerte Aktivität stellt aber
ebenso an das Sehnengewebe Anforderungen und kann auch in
diesem eine vermehrte Durchblutung hervorrufen. Folgt dann
eine Inaktivitätszeit, so wird die verminderte Durchblutung
der Blutanforderung in einer vorher stark durchbluteten Seh-
ne nicht mehr gerecht. Es treten degenerative Veränderungen
in der Sehne auf. Bedenkt man noch die Tatsache, daß der
Gefäßreichtum in der Achillessehne weniger groß ist, als im
zugehörigen Muskel (L a g e r g r e n & L i n d h o l m
1959), dann wird man diese Faktoren als Voraussetzung für
eine Achillessehnenruptur ansehen müssen.

Den Beweis für diese Hypothese erbrachten dann auch die
histologischen Untersuchungen von A r n e r , L i n d h o l m
und O r e l l . Bei einer Anzahl der 74 histologisch un-
tersuchten Fälle wurde eine Mediahypertrophie mit einer Ein-
engung des Lumens bei Gefäßen mittleren Kalibers festgestellt.
Das histologische Bild ließ sich mit der Annahme einer Min-
derdurchblutung als ursächlichen Faktor für die degenerativen
Veränderungen gut vereinbaren. Daraus ergibt sich eine Ver-
minderung der Elastizität und eine vermehrte Rupturbereit-
schaft der Achillessehne.

Die Richtigkeit dieser Gefäßhypothese für die degenerativen Veränderungen konnte auch **F r a n c e s c o** durch experimentell-histologische Untersuchungen untermauern. Er beobachtete eine Rückbildung des Gefäßanastomosennetzes der Achillessehne nach dem 25. Lebensjahr. Die Sehne erleidet dadurch eine Verarmung an elastischen Elementen, die die Festigkeit der Sehne beeinträchtigt.

Diese frühzeitig einsetzende physiologische Degeneration konnte auch von **W o l l e n b e r g** an klinisch gesunden Achillessehnen im histologischen Bild nachgewiesen werden. Er fand bei seinen Untersuchungen ein rasch fortschreitendes Obliterieren der Sehnengefäße jenseits des 30. Lebensjahres.

Anhand von Injektionspräparaten konnte **E d w a r d s** eine bedeutend schlechtere Durchblutung der Achillessehne im oberen Drittel nachweisen. Dieser Befund deckt sich mit den Angaben von **N a z**, **L a w r e n c e**, u.a., welche die Ruptur vorwiegend im oberen Drittel der Sehne beobachteten.

H ä s t a d, **L a r s s o n** und **L i n d h o l m** (1958/59) haben das Aufnahmevermögen eines radioaktiven Isotops (Na^{24}) in der Achillessehne untersucht. Dabei machten sie die interessante Feststellung, daß die Achillessehnendurchblutung nach dem 3. Dezenium zurückgeht. Auch diese Beobachtung spricht für das sichere Vorkommen von degenerativen Veränderungen im Achillessehnengewebe mit steigendem Alter.

Carlo d a l P r a t o vertritt die Ansicht, daß gerade den kleinen Gefäßen im umgebenden Peritenoneum eine besondere Rolle in der Blutversorgung der Sehnen zukommt. Mit vorrückendem Alter tritt eine zunehmende Verödung dieser Gefäße durch Thrombosierungen und arteritide Prozesse ein. Die dadurch auftretenden Ernährungsstörungen lassen die Achillessehne degenerieren. In diesem Zusammenhang sei auf die Wichtigkeit der Naht des umgebenden Peritenoneums bei der Operation einer Achillessehnenruptur hingewiesen, die weiteren degenerativen Veränderungen vorbeugen soll.

Abb.: 4 - 46a -

Das Angiogramm zeigt die Kontrastfüllung der Achillessehnengefäße an einem amputierten Bein.



Abb. 5:

Angiogramm der Achillessehne und des distalen Teiles des m. triceps surae. Das Peritenoneum ist intakt. Der mittlere Sehnenanteil zeigt die geringste Gefäßversorgung.



Abb. 6:

Angiogramm der Achillessehne nach Entfernung des Peritenoneums. Der rupturgefährdete Anteil der Sehne zeigt nur noch eine angedeutete Gefäßversorgung.



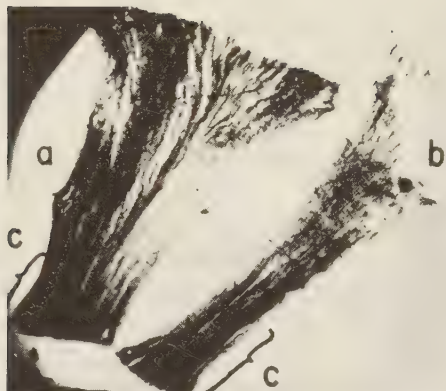


Abb. 7: Mikroangiogramm der Achillessehne mit intaktem Peritenoneum. Vermehrte Gefäßanzahl am Muskel-Sehnenübergang (a). Gefäße am Sehnenansatz (b). Verminderte Gefäßanzahl im rupturgefährdeten Sehnensegment (c).

Histologische Befunde von rupturierten Achillessehnen sind bisher von wenigen Autoren veröffentlicht worden. S c h ö n b a u e r untersuchte an 28 Fällen das Sehngewebe und fand bei 21 Fällen degenerative Veränderungen im Sinne einer fibrinoid-degenerativen Entartung oder einer fettigen Degeneration. Außerdem fehlte herdförmig die Kernfärbung als Zeichen einer Nekrose. Die fast immer makroskopisch zu beobachtende, pinselförmige Auffaserung an den Sehnenenden ist vielleicht dadurch bedingt, daß der Ruptur eine enorme Dehnung der Sehne vorangeht. B r a g a r d glaubt jedoch, daß die Auffaserung ein Zeichen der Sehndegeneration ist und das Ausmaß der Auffaserung im direkten Verhältnis zur vorangegangenen, unfallunabhängigen Sehnschädigung steht.

Debrunner, Fink und Naz beschreiben eine mucoide, schleimig-vacuoläre und hyaline Degeneration der pinselförmig aufgefaserten kollagenen Achillessehnenfasern. Debrunner meint, daß sich die Sehnenfasern voneinander lösen und nicht etwa durchgerissen werden. Auch er mißt Alterungsvorgängen im Sehnenewebe die entscheidende Rolle für das Entstehen von degenerativen Erscheinungen der Achillessehne bei.

Ursachen der pathologischen Achillessehnenrisse:

In mehreren Fällen wurde beobachtet, daß die Patienten längere Zeit vor dem Unfall heftige Schmerzen im Bereich der Achillessehne hatten. In anderen Fällen waren diese Schmerzen nach einem einmaligen Trauma an der späteren Rißstelle aufgetreten.

Nach Thompson liegt die Ursache der indirekt-traumatischen Achillessehnenrisse häufig in Entzündungen, die entweder primär an der Sehne selbst entstehen, oder vom Sehnenegleitgewebe auf die Sehne übergreifen (v. Volkmann ' , Fragilitas tendinum). Er konnte bei zwei Achillessehnenrupturen durch die histologische Untersuchung empfindliche Veränderungen in der Umgebung der Sehne feststellen. Einmal handelte es sich um eine unspezifische Entzündung rheumatischer Art, ein anderes Mal um einen luetischen Prozeß. Schönbauer beschrieb einen histologisch gesicherten Fall, bei dem eine unspezifische Entzündung des peritendinösen Gewebes vorgelegen haben muß, die zur Degeneration der Sehne geführt hat. Chigot fand bei 2 Fällen durch die histologischen Untersuchungen Pseudozysten und Granulationsgewebe, was auf einen bereits länger bestehenden entzündlichen Prozeß hindeutet.

H. Deutsch beobachtete 1929 10 Patienten mit einer Achillessehnenruptur, deren Achillessehne vorher schon entzündliche Schädigungen erlitten hatten. Nach einer Grippeerkrankung hatten die Patienten über der Ferse eine druckschmerz-

hafte Stelle, an der später die Ruptur eintrat.

B o r r i e s beschreibt einen ähnlichen Fall, nach einer Tonsillitis.

Bei all diesen Fällen war der Sitz der entzündlichen Veränderungen immer das Peritenoneum. Sekundär erfaßte die Entzündung dann das eigentliche Sehngewebe. Eine derartige Peritendinitis kommt sehr häufig bei Sportlern vor. Die Ursache dafür können äußere, wiederholte Traumen, chronische Reize durch die hintere Schuhkappe, eine Überbeanspruchung und eine einmalige Zerrung der Sehne sein. Nach Sandführ sollen außerdem fokaltoxische Faktoren eine Rolle spielen.

P i r k e r mißt der chronischen Peritendinitis ebenfalls für das Entstehen der spontanen Achillessehnenruptur große Bedeutung bei. Allerdings glaubt er, daß es nicht erst zu einer Entzündung der Sehne selbst kommen muß, sondern daß sich durch eine fortschreitende Narbenbildung Rauigkeiten im Gleitgewebe der Achillessehne ausbilden. Dadurch setzt ein Verschleiß der Sehne ein, der zur Ruptur führt. Er zieht hier eine Parallele zu den Rupturen der langen Bizepssehne. Auch hier erfolgt die Ruptur nach einheitlicher Auffassung durch einen Verschleiß der Sehne infolge von Rauigkeiten im sulcus intertubercularis nach einer arthrosis deformans des Schultergelenks.

B o f i n g e r führt die Ausbildung einer Peritendinitis, die meist nicht spontan ausheilt und in ein chronisches Stadium übergeht, auf sogenannte "Fernschäden" zurück. Dazu gehören alle statischen Störungen an der unteren Extremität, Fehlhaltungen der Wirbelsäule, chronische Hüftgelenksprozesse, degenerative Kniegelenksleiden, der varicöse Symptomenkomplex, Senk- und Spreizfüße und andere Deformitäten des Fußes, fraktura male sanata und schlechtes Schuhwerk. Sie führen zu einer mehr oder weniger starken Beeinträchtigung der sehr empfindlichen Gefäßversorgung der Achillessehne; namentlich an der Stelle ihres

kleinsten Querschnittes. Schließlich sind Ernährungsstörungen die Ursache der Achillessehrendegeneration. Der Autor berichtet über zwei derartige Fälle.

Im Endeffekt scheinen bei allen angeschuldigten Faktoren lokale Durchblutungsstörungen die Ursache für eine Festigkeitsminderung der Sehne zu sein. Während die für die Wachstumsperiode wichtigen, längsverlaufenden Gefäße allmählich veröden, erhält die Achillessehne ihre Gefäßversorgung vom 30. Lebensjahr an vorwiegend nur noch aus dem umgebenden Hüllgewebe (W. S c h m i d t). Dieses wird durch die beschriebenen, vorwiegend entzündlichen Veränderungen in Mitleidenschaft gezogen. Die querverlaufenden Gefäße werden von den Narben allmählich umwachsen und die Blutzirkulation stranguliert. Der in seiner Ernährung gestörte Sehnenanteil unterliegt regressiven Veränderungen - bei verminderter Durchblutung der Verfettung, bei vollkommener Unterbrechung der Blutzufuhr der Nekrose -. Deshalb führt auch eine ausgedehnte Skelettierung der Achillessehne vom umgebenden Hüllgewebe bei operativen Eingriffen zur Nekrose.

G r a s s h e i m führt als ätiologische Faktoren die Lues, die Arteriosklerose, die Arthrosis deformans, fieberhafte Erkrankungen, Alkoholismus und Krampfadern an. B a t e nimmt als Ursache die Lues, die Tuberkulose und eitrige Infektionen an. Diese genannten Erkrankungen wurden nur bei wenigen Fällen nachgewiesen und gehen seither bei jeder Beschreibung der Rupturätiologie durch die Literatur. Besonders die Lues wird immer wieder zur Erklärung der erhöhten Fragilität der Achillessehne und der geringen Schmerzhaftigkeit einer solchen pathologischen Ruptur herangezogen. So berichten Q u e n á & S t o i a n o v i t c h über 3 Fälle und S c h w a r z , P o i s s i e r , V a n d e n b o s s c h e und A i m e s über je einen Fall. Eindeutig wurde der ursächliche Zusammenhang zwischen derluetischen Erkrankung und der Achillessehnenruptur jedoch in keinem Fall nachgewiesen. Daher fragt man sich: "Ist die entdeckte Lues nur ein Zufallsbefund? Wäre der Riß beim Nichtbestehen der Erkrankung nicht

auch zustande gekommen?" T o y g a r und J a k o b s haben bei all ihren Fällen nach Spirochäten gefahndet. Sie erhielten sowohl klinisch als auch serologisch durchwegs ein negatives Resultat. Außerdem ist die Syphilis der Sehnen und Sehnenscheiden eine äußerst seltene Erscheinung.

Weitere ätiologische Faktoren stellen die Gonorrhoe, die Tabes (C h a i s i s), die Syringomyelie (N. A. W i t t), die Poliomyelitis (B ö h l e r), der Thyphus, die Tuberkulose (T h i e s b u r g e r), der Scharlach (S a n d f ü h r), die Gicht (G h o r m l e y), das akute rheumatische Fieber (P y t e l und B ü t t n e r), pyogene Infektionen (B o y d) und die Tendovaginitis specifica (H o l l e & S o n n t a g) dar.

Stoffwechselerkrankungen wie der Diabetes (H e s s e, T h i e s b u r g e r), Herz- und Nierenerkrankungen (S e i f f e r t), die durch starke Ödembildungen zu Stauungen in der Ernährung führen, werden als Ursache für eine Spontanruptur herangezogen.

K o l b & S a l e m vertreten die Ansicht, daß es zu Stoffwechselstörungen im Sehnengewebe selbst kommt, ähnlich wie bei den sogenannten Marschfrakturen. Bei einer Überbeanspruchung kann der Aufbau dem Abbau im Achillessehngewebe nicht folgen. Dadurch kommt es zu einer Reduzierung der Dehnungsstärke der Achillessehne.

Die spontane Achillessehnenruptur wird auch nach Sprunggelenkstraumen, Luxationen, einer Arthrosis deformans (L e x e r), einer Achillodynie (S a n d f ü h r), und Knöchel- und Calcaneusfrakturen beobachtet. Bei den Frakturen werden durch verlagerte Knochenfragmente traumatische Schädigungen gesetzt, die unter Umständen zu aseptischen, circumscripiten Sehnennekrosen führen (T r e v o r,

Weinberg und Vitols). Aneuv spricht dann von einer "rupture en deux temps".

Aber auch Gummien, Tumoren, Verkalkungen und Knochen- und Knorpelbildungen im Achillessehnen Gewebe können die Struktur der Sehne soweit schädigen, daß die Ruptur spontan und schmerzlos vonstatten geht.

Die Häufigkeit der pathologischen Achillessehnenruptur kann nur vermutet werden. Die Zusammenhänge mit einer Vorerkrankung lassen sich nur selten klinisch, pathohistologisch und anamnetisch aufzeigen. Sicherlich werden einige indirekt-traumatischen Rupturen eine pathologische Ätiologie haben.

Eine einheitliche Auffassung über die ätiologischen Faktoren, die eine indirekt-traumatische und eine pathologische Ruptur verursachen, konnte ich in der Weltliteratur nicht finden. Dennoch dürfte eine Kombination folgender Faktoren die Ursache unter sich ausmachen:

- 1.) Verschieden starke Traumatisation,
- 2.) Muskel-mechanische Momente,
- 3.) degenerative Veränderungen,
- 4.) Ernährungsstörungen durch Gefäßobliterationen,
- 5.) Erkrankungen infektiöser und statischer Art,
sowie Stoffwechselstörungen.
- 6.) Alterungsvorgänge.

Nach dieser Übersicht über die Ätiologie soll ein Vergleich nach den Befunden bei 36 eigenen subcutanen Achillessehnenrupturen angestellt sein.

Unsere 36 Fälle erbrachten keine Klärung der offenen ätiologischen Fragen. Konnte die Achillessehnenruptur doch in keinem Fall mit einer vorangegangenen Krankheit in ursächlichem Zusammenhang gebracht werden.

In den meisten Fällen war das einwirkende, zum Riß führende Trauma nicht heftig genug, um eine gesunde Sehne zu zerreißen. So konnte festgestellt werden, daß sich 28 Patienten den Achillessehnenriß auf Grund eines indirekten Traumas zugezogen hatten. 7 Patienten erlitten ihren Sehnenriß infolge eines direkten Traumas. Damit entfallen 80,5 Prozent auf eine indirekte Traumatisierung. Dies entspricht etwa den Angaben in der Literatur. Wie hoch der prozentuale Anteil der pathologischen Risse ist, kann nicht angegeben werden; denn nur in 12 Fällen liegen histologische Untersuchungen vor. Zudem wurde das Untersuchungsmaterial meist nicht in den ersten Tagen nach dem Unfall entnommen, sondern nach Abklingen der Geschwulst, 10 bis 14 Tage nach dem Verletzungsereignis. Dennoch wurden in 10 Fällen Veränderungen degenerativer und nekrobiotischer Art festgestellt. Das histologische Bild zeigte fibrinoide, mukoide oder hyaline Sehnengewebsentartungen. Bei 2 Fällen fand man ein Granulationsgewebe.

Aber dieses Ergebnis erlaubt die Annahme, daß degenerative Veränderungen im Sehnengewebe bei den nicht histologisch untersuchten Fällen mit großer Wahrscheinlichkeit mit ein Grund für die Achillessehnenzerreißung waren. Das Unfallereignis kann nur der auslösende Faktor gewesen sein. Inwieweit diese Degeneration von anderen pathologischen Vorerkrankungen beeinflusst wurde, konnte nicht festgestellt werden.

Fast ausschließlich hatten die Patienten im Kindesalter und auch später Allgemeininfektionen durchgemacht. Kein Patient bot anamnestisch und klinisch das Bild einer Lues, Gonorrhoe, Tabes dorsalis, Syringomyelie, Poliomyelitis oder Tuberkulose. Jeweils einmal wurde eine Stoffwechselerkrankung in Form eines Diabetes, ein in-

fektiöser Herzmuskelschaden und ein Bandscheibenschaden der Lendenwirbelsäule erkannt. Erkrankungen des statischen Apparates sowie eine Wadenmuskelhypertrophie konnten bei keinem Patienten festgestellt werden.

Weder die durchgemachten Allgemeininfektionen im Kindesalter noch die anderen vorangegangenen Krankheiten konnten mit der Achillessehnenruptur in Verbindung gebracht werden.

Auffallend war jedoch die Tatsache, daß über die Hälfte der Patienten variköse Beschwerden der unteren Extremität angaben. Mit B o f i n g e r kann man daher der Ansicht sein, daß die Varizen Ernährungsstörungen im Sehnengewebe verursacht haben können, die zu einer Degeneration des Achillessehngewebes geführt haben. Ferner konnte beobachtet werden, daß 24 Unfälle sich bei einer sportlichen Betätigung ereigneten. Demnach muß man sich der Meinung der Mehrzahl der Autoren anschließen, daß das Trauma das auslösende Ereignis ist, die Ursache aber in muskel-mechanischen, altersbedingten, degenerativen, gefäßpathologischen, stoffwechselstörenden und entzündlichen Faktoren zu suchen ist. Diese bedingen ein Nachlassen der Elastizität des Sehnengewebes und führen zu den indirekt-traumatischen und den pathologischen Achillessehnenrupturen.

Aufstellung 1:

Fall	Vorerkrankungen	Traumatisationsart		
		indirekt	direkt	pathologisch
1	---	-	x	-
2	unbekannt	-	-	-
3	Masern, Gelbsucht Appendektomie	-	x	-
4	Hepatitis	-	x	-
5	Masern, Keuchhusten Appendektomie, Ton- sillektomie, Commotio	x	-	-
6	Magengeschwüre	x	-	(x)
7	Masern, Scharlach Keuchhusten, Knie- bänderriß	x	-	-
8	Scharlach, Masern	x	-	-
9	Masern	x	-	-
10	Masern	x	-	-
11	Masern, Mumps, Hepatitis epi- demica	x	-	-
12	---	x	-	-
13	Masern, Bandscheibenschäden	x	-	-
14	---	x	-	-
15	Masern	x	-	(x)
16	Masern, Scharlach, Windpocken	x	-	-
17	Masern	-	x	-
18	---	x	-	(x)
19	Magenbeschwerden, Cystitis	x	-	-
20	Ruhr, Hepatitis	-	x	-

Fall	Vorerkrankungen	Traumatisationsart		
		indirekt	direkt	pathologisch
21	Windpocken, Mumps, Tonsillitis	x	-	-
22	---	x	-	-
23	Cholecystektomie, Appendektomie	x	-	(x)
24	---	-	x	(x)
25	Scharlach, Gelbsucht, Keuchhusten	x	-	(x)
26	Typhus, Wolltynisches Fieber	-	x	-
27	"infektiöser Herzmuskelschaden"	x	-	-
28	Nierensteine	x	-	(x)
29	Masern, Keuchhusten, Diabetes	x	-	-
30	---	x	-	-
31	Masern	x	-	(x)
32	Masern, Mumps	x	-	-
33	Scharlach, Hepatitis, Cholecystitis	x-	-	-
34	Masern	x	-	-
35/36	Scharlach, Hepatitis	2 x	-	(x)
		28	7	9

Zur Frage der partiellen, subcutanen Achillessehnenruptur

Früher behaupteten viele Autoren (G e b h a r d t , Z a d e k , T o b i n , W e d e l u.a.), daß eine partielle Achillessehnenruptur wesentlich häufiger vorkomme als der totale Riß. Diese Annahme fundierte im allgemeinen auf klinischen Untersuchungsbefunden. Nur wenige partielle Achillessehnenrisse wurden dann bei der Operation bestätigt. Die neueren Veröffentlichungen von W e d e l und v a n d e K a m p , die bei der Operation einen medialen Sehnenrest von der Stärke eines Wollfadens bzw. atypisch einen 2mm breiten, lateralen Sehnenstreifen fanden, legen die Vermutung nahe, daß es sich um eine normal bzw. atypisch verlaufende Plantarissehne handelte. A l k e r hat die „Lagebeziehungen der Sehne des m. plantaris zur Achillessehne“ untersucht und gefunden, daß bei 146 Fällen mit vorhandener Plantarissehne diese in 3,4 Prozent fibular und nicht, wie normal, tibial von der Achillessehne verlief.

Trotzdem ist die partielle Schädigung der Achillessehne nicht auszuschließen. Das zeigte die Beobachtung von M a r e k , der bei einer Operation die fibuläre Hälfte der Achillessehne ausgefranst fand, während der tibiale Rest der Sehne in 2cm Breite und 1,5cm Dicke erhalten war. Fall 15 unseres Krankengutes zeigte einen ähnlichen Operationsbefund. Die Patientin bot klinisch das Bild einer totalen Achillessehnenruptur, jedoch nur infolge einer zusätzlichen Außenknöchelfraktur, wie sich später herausstellte. Bei der Operation zeigte sich, daß der fibuläre Sehnenrand eingerissen, stark aufgefasert war. Der mediale Achillessehnenanteil war in einer Breite von 1,5cm und einer Dicke von 1,5cm erhalten. Diese beiden Fälle dürften eindeutig als partielle, subcutane Achillessehnenrupturen diagnostiziert werden.

Heute neigen die meisten Autoren zu der Anschauung, daß es nur vollständige Achillessehnenrisse gäbe. (v. R e d w i t z , S c h ö n b a u e r , H a g e m e y e r , F r i n g s u.a.). Isolierte partielle Rupturen kommen äußerst selten vor. Stehen die beiden Sehnenstümpfe nur noch mit wenigen intakten Streifen in Verbindung, so ist die Ruptur aus praktischen und therapeutischen Gründen als total anzusprechen. Das gleiche gilt für eine Ruptur bei intakter Plantarissehne.

VI. Unfallmechanismus:

a) Bei den offenen Achillessehnendurchtrennungen:

Genaue Rekonstruktionen des Unfallherganges wurden nur von K o l b & S a l e m und O. T o y g a r beschrieben.

Übereinstimmend sind beide Autoren der Meinung, daß sich die Sehne beim Unfall durch eine Kontraktion des m. triceps surae in einem gewissen Spannungszustand befindet. Je straffer die Spannung der Sehne ist, umso weniger heftig muß die einwirkende Gewalt sein. Der einwirkende Gegenstand wirkt im Sinne einer messerscharfen Kante, die die Haut, das darunterliegende Bindegewebe, das Fettgewebe und schließlich das Sehnengewebe entweder durchschneidet oder zerreißt. Die Sehne wird je nach Heftigkeit der einwirkenden Gewalt und der getroffenen Fläche ganz oder teilweise durchtrennt.

Die Patienten erlitten ihre Achillessehnenvverletzung durch das Umstürzen oder das Herabfallen von Fensterscheiben, Blech- und Eisenplatten aus mehr oder weniger beträchtlicher Höhe, beim Eintreten von Porzellanwaschbecken oder Glasdächern, durch Stacheldrahttrisse, durch Sensenhiebe, durch Bomben- und Granatsplitterverletzungen, beim Umfallen eines Mähmaschinenblattes oder einer Pflugschaufel, und beim Einklemmen des Unterschenkels in die Speichen eines fahrenden Fahr- oder Motorrades.

Die Unfälle in der Metallindustrie und deren Hergang beschreibt T o y g a r . Ein auf dem Boden liegender, gebogener Metallspan, grober Draht oder eine Metallspirale, wird beim Darauftreten mit dem Fuß am Boden festgedrückt, wo bei sich das freie Ende aufstellt und infolge der Krümmung die Achillessehnenumgebung durch- oder einschneidet.

Eingehendere Detailbeschreibungen des Unfallherganges liegen in der Literatur nicht vor. Deshalb soll der Unfallmechanismus der 11 eigenen offenen Achillessehnendurchtrennungen

genauer beschrieben werden.

Fall 1: Die Patientin war im Hof ihres Betriebes damit beschäftigt, große Gasplatten zu transportieren. Dabei zerbrach eine Platte, und ein Bruchstück schlug gegen ihre rechte Ferse.

Fall 2: An ihrer Arbeitsstelle (Bäckerei) fiel der Patientin ein Backblech aus beträchtlicher Höhe mit der Kante gegen die linke Ferse.

Fall 3: Die Patientin wollte aus der Straßenbahn aussteigen. Sie glitt auf der Plattform aus und riß sich an der Einstiegsstufe die Haut der Achillessehenumgebung auf.

Fall 4: Die Patientin zog sich eine Rißwunde, knapp über der rechten Ferse, beim Tanzen, zu, als die Glastanzfläche in einer Bar während ihrer Vorführung einbrach.

Fall 5: Der Patient rutschte beim Radfahren mit dem rechten Fuß von dem Pedal nach vorne ab; dabei zog er sich an dem scharfen Blechpedal eine Rißwunde oberhalb der Ferse zu.

Fall 6: Ein Baggerkorb fiel dem Patienten bei Bauarbeiten auf beide Beine. Dadurch entstand am linken Unterschenkel eine Rißquetschwunde, welche querverlaufend von einem Knöchel zum anderen reichte.

Fall 7: Die Patientin wurde durch eine umfallende Glasscheibe kurz oberhalb der linken Ferse verletzt.

Fall 8: Die Patientin tret beim Bergsteigen einen kleineren Felsbrocken heraus, an dem sie sich eine Rißwunde über der linken Ferse zuzog.

Fall 9: Beim nächtlichen Nachhauseweg trat der Patient in einen zerbrochenen Flaschenboden. Dieser stellte sich hinten auf und schnitt das Gewebe über der rechten Achillessehne ein.

Fall 10: Die Patientin wurde oberhalb der rechten Ferse von einem scharfen Gegenstand getroffen, der eine Schnittverletzung der Achillessehne zur Folge hatte.

Fall 11: Der Patient ging nachts bei Glatteis über ein abgeräumtes Ruinengrundstück, rutschte mit dem rechten Fuß nach vorne weg und zog sich an einer scharfen Kante eine Schnittwunde knapp über der Ferse zu.

In allen Fällen stand die Achillessehne durch die Kontraktion des m. triceps surae unter einer mehr oder weniger starken Anspannung. Der meist scharfkantige Gegenstand fand diese Voraussetzung für eine Achillessehnendurchtrennung vor und traf die Sehne 4 mal an ihrer ganzen Oberfläche und 7 mal nur einen mehr oder weniger großen Teil derselben.

b.) bei den subcutanen Achillessehnenrupturen:

Die Voraussetzung für eine durch ein direktes Trauma verursachte Achillessehnenruptur ist die Einwirkung einer starken äußeren Gewalt, die die Sehne im Zustand der Spannung trifft. Außerdem muß die einwirkende Gewalt die Oberfläche der Sehne in ganz bestimmter Richtung treffen.

Der Unterschenkel kann in Höhe der Achillessehne entweder von einem heftigen Schlag getroffen werden, oder das Bein schlägt beim Sturz auf einen unbeweglichen Gegenstand auf. Damit es zur Ruptur kommt, muß der Stoß im annähernd rechten Winkel zur Richtung der Sehnenfasern auf einer schmalen Oberfläche auftreffen und die Sehne durch die Kontraktion des m. triceps surae straff gespannt sein. Albrecht sieht in einem Widerlager, über das sich die Sehne beim Unfall spannt, eine Voraussetzung für den Eintritt einer direkten traumatischen Achillessehnenruptur.

Q u e n á & S t o i a n o v i t c h beschreiben 3 direkt-traumatische Achillessehnenrupturen. Ein Patient erlitt den Riß, als er über eine Türschwelle stolperte und dabei mit der Schuhkappe sich gegen die Ferse des anderen Beines trat. Ein anderes Mal erfolgte die Ruptur dadurch, daß die Sehne durch ein schweres Wagenrad komprimiert wurde. Schließlich war das Bein in Höhe der Achillessehne auf dem Trittbrett eines Eisenbahnwagens aufgeschlagen, als der Patient aus dem Zug aussteigen wollte.

S e i f f e r t berichtet über einen doppelseitigen, gleichzeitigen Achillessehnenriß, der durch eine direkte Gewalt verursacht wurde: ein 47-jähriger Mann wollte einige, auf dem Feld wildernde Kinder zurechtweisen, als er von einem der Knaben mit dem Stil eines Rechens einen kräftigen Schlag auf beide Achillessehnen erhielt, der die Ruptur beider Sehnen zur Folge hatte.

S c h ö n b a u e r schuldigt meist einen Fußtritt als äußeres Trauma an (z.B. beim Fußballspiel). Zweimal berichtete er, daß die Sehne beim Antreten eines Motorrades durch den Rückschlag des Starters getroffen wurde und rupturierte.

A r n e r & L i n d h o l m unterscheiden bei den durch ein indirektes Trauma entstandenen subcutanen Achillessehnenruptur drei Haupttypen des Unfallmechanismus:

- 1.) Das Abstoßen mit dem das ganze Körpergewicht tragenden Vorfuß auf einer Kniestreckung. Bei dieser Bewegung ist der Fuß plantarflektiert und sein vorderer Teil trägt den Körper. Das Kniegelenk befindet sich anfangs in einer mehr oder weniger starken Beugstellung. Der Patient streckt das Kniegelenk maximal und stößt den Körper nach vorne ab. Es ist eine koordinierte Bewegung, bei der der Fersenmuskel maximal kontrahiert wird. Dieser Bewegungsablauf ereignet sich z.B. beim Sprintstart, beim

Laufen, bei bestimmten Sprungübungen, beim Fußball- und Handball-sport, und beim Versuch, ein auto oder einen Schubkarren zu schieben.

Detzel, Toyger, Bofinger, Riedinger, v. Saar und Payer berichteten über Achillessehnenrupturen, denen dieser Unfallmechanismus zugrunde lag.

2. Eine plötzliche, unerwartete Dorsalflexion der Ferse.

Der Fuß befindet sich in Mittelstellung und wird unerwartet heftig nach dorsal flektiert. Der Fersenmuskel ist gewöhnlich nur mäßig kontrahiert. Durch das Unfallereignis erfolgt plötzlich eine reflektorisch-unkontrollierte, maximale Kontraktion. Dies kann geschehen, wenn der Fuß fixiert ist und der Patient plötzlich nach vorne fällt, wenn man beim Treppensteigen oder Leiterbesteigen ausrutscht oder in ein Loch stolpert. Die Ferse rutscht dann gleichsam nach hinten ab

Als Beispiel für diesen Unfallmechanismus wird auf den in Kapitel "Ätiologie" beschriebenen Fall von Salis hingewiesen.

Auch die in jüngster Zeit häufiger beobachteten Achillessehnenrisse beim Skilaufen liegen diesem Unfallmechanismus zugrunde. Die modernen Diagonal-Zug-Bindungen fixieren den ganzen Fuß mit großer Kraft auf dem Ski. Sie ermöglichen die moderne Vorlagetechnik beim Skifahren. Dadurch wird der Schwerpunkt des Fahrers weit nach vorne verlagert. Werden nun die Skier bei schneller Fahrt von einer glatten Piste in den Tiefschnee, oder durch apere Stellen und Steine abgebremst, dann ist ein Frontalsturz die Folge. Der Skiläufer versucht mit Hilfe einer Gastrocnemiuskontraktion reflektorisch das Gleichgewicht zu halten, d.h. die Dorsalflexion des Fußes wieder auszugleichen. Es wirken dadurch Kräfte auf die Sehne ein, die weit- aus größer sind als bei den Parallelzugbindungen, die der Ferse mehr Freiheit geben. Hier kam es zu einer Dehnung; heute kommt es zum Riß der Sehne, da die Achillessehne dieser über die physiologische Elastizitätsbreite der Sehne hinausgehenden Dehnung nicht standhalten kann. Zur Verhütung dieses Unfallmechanismus konstruierte man die Sicherheitsbindungen, die sich bei richtiger Einstellung öffnen. Doch auch sie garantieren keinen sicheren Schutz; auch sie bilden noch immer eine Voraussetzung für die subcutane Achillessehnenruptur beim Skifahren.

3. Eine heftige Dorsalflexion des plantarflektierten Fußes.

Bei dieser Bewegung befindet sich der Fuß in maximaler Plantarflexion und wird plötzlich einer heftigen Dorsalflexion ausgesetzt. Dieser Unfallmechanismus ereignet sich hauptsächlich beim Springen oder Fallen aus großer Höhe. Der Patient kommt mit plantarwärts gerichteten Füßen am Boden auf. Der Fersenmuskel ist maximal kontrahiert. Dieses beim Aufkommen auf dem Boden auf den Fuß einwirkende Fallgewicht führt zu einer übermäßigen Dehnung von Muskel und Sehne, die eine Ruptur der letzteren zur Folge hat.

K a g e r's Veröffentlichung und P e t i t's Bericht über eine doppelseitige, gleichzeitige Achillessehnenruptur liegen der obige Unfallmechanismus zugrunde.

Interessant sind die Veröffentlichungen von F r i n g s über die Verteilung der subcutanen Achillessehnenrupturen auf die einzelnen Sportarten. Die Ruptur ereignete sich 31 mal beim Fußballsport -- auch S c h ö n b a u e r sah sie bei dieser Sportart am häufigsten --, 12 mal beim Start zum Kurzstreckenlauf, 9 mal bei gymnastischen Übungen, 7 mal beim Handballsport und 5 mal beim Weitsprung. Alle anderen Fälle entfallen vereinzelt auf die verschiedensten Sportarten. Der Skisport rangiert in der Tabelle von S c h ö n b a u e r noch an viertletzter Stelle. Bei einem groben Überblick in der Literatur konnte festgestellt werden, daß die Achillessehnenruptur beim Skisport sicher schon heute den Vorrang vor allen anderen Sportarten einnimmt. Daran änderten auch noch so verbesserte Sicherheitsbindungen nichts.

In der weiteren Betrachtung des Unfallherganges sei eine Schilderung des anhand der Krankengeschichten und eigenen Aussagen der Patienten rekonstruierten Unfallmechanismus der 36 subcutanen Achillessehnenrupturen gegeben, die an der Münchner Chirurgischen Universitätsklinik zur Behandlung aufgenommen wurden.

In 15 Fällen ereignete sich die Verletzung beim Skifahren durch einen Frontalsturz (Fall, 5,7,9,10,11,13,14,15,23, 27,30,31,32,35 und 36). Die Patienten waren bei schneller Talfahrt an verschiedenen Hindernissen hängengeblieben, und vornübergestürzt. Zwei Patienten zogen sich die Verletzung beim Federballspielen zu, als sie einmal den Ball im Sprung zu erreichen, und ein anderes Mal mit fast gestreckten Knien ruckartig aufzuheben versuchten. (Fall 6 und 16).

Zwei Patienten erlitten die subcutane Achillessehnenruptur, als sie durch einen Fehltritt beim Spazierengehen bzw. beim Aussteigen aus der Straßenbahn den Fuß in eine heftige Dorsalflexion brachten. (Fall 4 und 34).

Bei drei Patienten konnte der Unfallmechanismus nicht rekonstruiert werden (Fall 2, 8 und 26). Die verbleibenden Fälle zeigten folgenden Unfallmechanismus:

Fall 1: Infolge schadhafter Bretter auf dem Heuboden stürzte der Patient 2 m tief mit dem linken Fuß auf einen Stein.

Fall 2: Die Patientin nahm beim Treppensteigen zwei Stufen auf einmal, rutschte mit der Fußspitze von der Treppenkannte ab, und fiel mit dem ganzen Körpergewicht auf die linke Ferse auf.

Fall 12: Der Patient ist Ballettmeister. Beim Tanzen auf der Bühne verspürte er plötzlich starke Schmerzen in der linken Wade.

Fall 17: Der Patient fiel bei Bauarbeiten in einem dunklen Keller in ein ungesichertes Loch und klemmte sich den rechten Fuß zwischen zwei Rohren ein.

Fall 18: Der Patient verspürte beim sportlichen Training plötzlich einen Schlag von hinten gegen den rechten unteren Unterschenkel.

Fall 19: Der Patient hatte beim Tischtennispielen nach einer heftigen Bewegung plötzlich starke Schmerzen in der Achillessehnengegend. 8 - 10 Wochen konnte er nur auf den Absatz auf-treten. Zwei Jahre später verspürte er beim Sprung über einen Graben, bei dem er sich mit dem linken Fuß kräftig abstieß, starke Schmerzen in der linken Ferse.

Fall 20: Während eines Fußballspieles im Rahmen des Betriebssportes erhielt der Patient einen Tritt von hinten in den rechten Unterschenkel.

Fall 21: Nach gymnastischen Übungen bemerkte der Patient eine Schwäche und schnelle Ermüdbarkeit des linken Unterschenkels. Er konnte bei keinerlei Schmerzhaftigkeit den Zehenstand nicht ausführen.

Fall 22: Der Patient verspürte während des Bodenturnens beim Absprung zum Salto rückwärts einen schmerzhaften Riß in der linken Achillessehne.

Fall 24: Beim Judo trat der Gegner des Verletzten diesen unabsichtlich auf die Wade; der Patient hatte das rechte Bein gestreckt nach hinten gehalten. Danach war ihm ein Auftreten wegen des starken Schmerzes nicht mehr möglich.

Fall 25: Der Patient war beim Sprung von der Couch auf beide Zehenballen aufgefallen. Er hörte einen lauten Knall und sank mit starken Schmerzen in der Ferse in sich zusammen.

Fall 28: Der Patient stürzte von einer Leiter aus ziemlicher Höhe auf den linken Fuß.

Fall 29: Die Patientin fiel beim Spaziergehen so unglücklich, daß sie danach das rechte Bein nicht mehr belasten konnte.

Fall 33: Bei der Skigymnastik verspürte die Patientin, als sie sich plötzlich aus der Hocke strecken wollte, einen heftigen "Schlag" in der rechten Ferse.

Nach der obigen Einteilung entfallen demnach 5 Fälle auf den Unfallmechanismus, Typ 1 (Fall 6, 16, 19, 22 und 33), 14 Fälle auf den Typ 2 (Fall 5, 7, 9, 10, 11, 13, 15, 23, 27, 30, 31, 32, 35, 36) und 5 Fälle auf den Typ 3 (Fall 1, 4, 14, 25 und 34). Drei dieser indirekt-traumatischen Achillessehnenrisse konnten keinem der drei Typen zugeordnet werden.

Diese Ergebnisse stimmen nicht mit denen von Arner & Lindholm überein. Sie konnten von 81 subcutanen, indirekt-traumatischen Achillessehnenrupturen 49 dem Typ 1, 16 dem Typ 2 und 9 dem Typ 3 des Unfallmechanismus zuordnen.

In 17 Fällen war eine exakte Einordnung in einen der drei Typen nicht möglich.

Abschließend gibt die Tabelle 17 einen Überblick über die Verteilung der Unfälle auf die einzelnen Sportarten und die sonstigen Unfallhergänge.

SPORTARTEN u. SONSTIGE UNFALLHERGÄNGE	ZAHL der FÄLLE	
Skisport		15 Fälle
Skigymnastik		1 Fall
Gymnastik		1 Fall
Federball		2 Fälle
Tischtennis		1 Fall
Bodenturnen		1 Fall
Sportliches Training		1 Fall
Judo		1 Fall
Fußball		1 Fall
Tanzen		1 Fall
Fehltritt und maximale Dorsalflexion des Fußes		2 Fälle
Sturz von der Leiter		1 Fall
Sturz vom Heuboden		1 Fall
Sturz in ein Bauloch u. dabei Einklemmung des Fußes		1 Fall
Sturz beim Spaziergehen		1 Fall
Beim Treppensteinen abgerutscht		1 Fall
Sprung von der Couch		1 Fall
Unfallhergang unbekannt		3 Fälle

Tabelle 17: Zahlenmäßige Verteilung der Unfälle bei verschiedenen Sportarten und bei sonstigen Unfallhergängen.

Das häufige Auftreten der Verletzung beim Skisport ist klar zu erkennen.

VII. Symptomatik

a) Die offenen Verletzungen der Achillessehne können auf mannigfache Art entstehen. Stich-, Schnitt-, Riß-, Quetsch- und Bißwunden sind die Ursachen. Demnach haben wir es mit Wunden zu tun, die entweder eine glatte scharfe oder eine rissige unscharfe Schnittfläche der Hautwunde und der Sehnenstümpfe zeigen.

Die bakterielle Verunreinigung wird wieder davon abhängen, ob es sich um Glas- oder Porzellanschnittverletzungen, oder um landwirtschaftliche, industrielle oder verkehrsbedingte Unfallverletzungen handelt. Danach muß man sich dann auch bei der Therapie richten. Das Ausmaß der Verletzung kann bei der Wundinspektion nicht immer eingesehen werden, weil eine vollkommene Durchtrennung der Achillessehne mit einem Auseinanderweichen der Sehnenenden einhergeht. Je nach dem Spannungszustand der Sehne beim Unfall wird die entstandene Dehiscenz gering oder groß sein. Beim Zurückschnellen des proximalen Sehnenendes kann bakterielles Material bis weit in die Wadenregion verschleppt werden, und dort Entzündungen hervorrufen, die eine Heilung per secundam nach sich ziehen. Ist das Ausmaß der Verletzung nicht zu überblicken, muß deshalb die Diagnose durch eine einmalige Funktionsprüfung gesichert werden. Gelingt dies nicht, dann muß das Ausmaß des Schadens sofort durch eine ausgiebige operative Revision der Wundränder unter allen aseptischen Kautelen festgestellt werden.

In den meisten Fällen geben die Patienten schon in der Anamnese an, daß die aktive Plantarbeugung eingeschränkt ist und der Zehenstand nicht ausgeführt werden kann. Ferner bestehen Schmerzen und ein hinkender Gang.

Die meist querverlaufenden Wunden sind 3- 6 cm lang. Die Länge der Wunde gibt aber noch keinen Anhaltspunkt über das Ausmaß der Achillessehnedurchtrennung. Überhaupt sollte bei jeder Wunde über der Achillessehnenregion an eine Mitbeteiligung der Sehne gedacht werden.

Oft sind die offenen Achillessehnedurchtrennungen nur partiell, werden infolge von Hämatomen übersehen, und nicht diagnostiziert. Sie vernarben nach der Wundheilung schlecht und können entweder zu einer Verlängerung der Sehne, oder zur vollkommenen Ruptur führen. Nach der Wundheilung bleibt der Gang hinkend, die Plantarbeugung eingeschränkt, und der Zehenstand ist kaum oder gar nicht ausführbar. An der Teilrißstelle kann eine Stufe palpiert werden. Die Verlängerung beeinträchtigt die Funktion und bringt damit eine Atrophie der Wadenmuskulatur mit sich. Das Röntgenbild zeigt die typischen Veränderungen (siehe Seite 84).

Die 11 offenen Achillessehnenverletzungen, die an der Münchner Chirurgischen Universitätsklinik beobachtet werden konnten, zeigten folgende Symptomatik. Bei allen Fällen trat eine mehr oder weniger starke Blutung auf. Die aktiven und passiven Bewegungen waren mit Schmerzen verbunden. Bei den totalen Durchtrennungen war der Zehenstand und die aktive Plantarflexion unmöglich. Der Gang war hinkend, da ein Unsicherheitsgefühl bestand. Die starken Schmerzen im Sprunggelenk hinderten den Patienten daran, das Bein stark zu belasten oder zu bewegen. Der Unterschied zu den partiellen Durchtrennungen bestand darin, daß bei diesen die normale aktive Beweglichkeit im Sprunggelenk beinahe ungestört und relativ schmerzarm vorhanden war.

Alle Riß-Quetschwunden zeigten verschieden starke Grade der Verschmutzung. Die Sehnenenden waren mehr oder weniger stark zerfetzt und buchtig. Die Schnittwunden boten glatte Wundränder und Sehnenstumpfenden. Sie zeigten keinerlei oder nur minimale Verschmutzung. In 6 Fällen verlief die Wunde quer über die Achillessehnenregion, 1 mal schräg und 2 mal bogenförmig in vertikaler Richtung, lateral bzw. medial von der Sehne. Bei 2 Fällen zeigte die Wunde einen nach unten offenen, gleichschenkligen, stumpfen Winkel. Die Länge der Wunde variierte von 1 - 12 cm.

Aufstellung 2:

Fall	Symptome	Art der Wunde	Länge	Verlauf	Verschmutzung
1	Blutung, Schmerzen, Bewegungsaufhebung, und Auftreten unmögl.	glatte Schnittwunde, totale Durchtrenng.	3 cm	quer über die Achilles-Sehne	saubere Wundverhältnisse
2	Blutung, Plantarflexion aktiv nicht ausführbar	glatte Schnittwunde. Totale Durchtrenng.	1 cm	quer über der Achillessehne	saubere Wundverhältnisse
3	Blutung, Schmerzen, freie Beweglichkeit	unscharf begrenzte Reiß-Quetschwunde; partielle Durchtrenng.	8 cm	medial, bogenförmig neben der Achillessehne	verschmutzte Wundverhältnisse
4	Blutung, ungestörte Beweglichkeit. Zehenstand aufgehoben.	glatte Schnittwunde, partielle Durchtrennung	3 cm	lateral neben der Achillessehne in vertikaler Richtung	saubere Wundverhältnisse
5	Blutung, Schmerzen, kein Zehenstand, aktive Plantarflexion unmöglich	glatte Reiß-Schnittwunde, totale Durchtrennung	4 cm	quer über der Achillessehne	minimal verschmutzte Wundverhältnisse
6	Blutung, Quetschung, Schmerzen am li. Fuß, weder belastet noch bewegbar	unscharf begrenzte Reiß-Quetschwunde. Innenseite der Achillessehne minimal eingekerbt, umgebendes Bindegewebe zerquetscht.	10 cm 2 cm (Breit)	quer von Knöchel zu Knöchel	verschmutzte Wundverhältnisse
7	geringe Blutung, ungestörte relativ schmerzarme Beweglichkeit des Fußes in allen Richtungen.	glatte Schnittwunde. Partielle Durchtrennung.	6 cm	nach distal offener gleichschenkliger, stumpfer Winkel	saubere Wundverhältnisse

Fall	Symptome	Art der Wunde	Länge	Verlauf	Verschmutzung
8	Blutung, Schmerzen, Auftreten Bewegungen unmöglich	unscharf begrenzte Riß-Quetschwunde; totale Durchtrennung	7 cm	quer über der Achillessehne	verschmutzte Wundverhältnisse
9	Zustand nach primärer Wundheilung; Unmöglichkeit des Zehenstandes u. der aktiven Plantarflexion; hinkender Gang, Druckschmerz, Unsicherheitsgefühl	glatte Schnittwunde, totale Durchtrennung, (Diagnose nach primärer Wundheilung)	12 cm	schräg über der Achillessehne	saubere Wundverhältnisse
10	geringe Blutung, Schmerzen bei Bewegungen, Zehenstand u. aktive Plantarflexion aufgehoben	glatte Schnittwunde, totale Durchtrennung.	6 cm	nach distal offener gleichschenkliger stumpfer Winkel	saubere Wundverhältnisse
11	leichte Blutung, Schmerzen, keine Bewegungseinschränkung	glatte Schnittwunde, partielle Durchtrennung	6 cm	quer über der Achillessehne	saubere Wundverhältnisse

b) Die Symptome der subcutanen Achillessehnenruptur richten sich danach, ob der Riß vollkommen bzw. partiell oder frisch bzw. veraltet ist. Ferner unterscheiden wir symptomatologisch die traumatischen und die pathologischen Achillessehnenrupturen. Schließlich müssen wir die subjektiven und die objektiven Symptome kennen.

Die pathologischen Rupturen machen gewöhnlich beim Unfall keinerlei Schmerzen. Erst bei aktiver oder passiver Bewegung und bei der Palpation verspürt der Patient Schmerzen. Der Patient gibt gewöhnlich in der Anamnese an, daß in der Nähe der Rupturstelle früher eine knotige Schwellung der Sehne bestanden habe. Bei der Palpation kann an dieser Stelle meist auch eine Infiltration oder ein harter resistenter Knoten getastet werden. Es erhebt sich dann der Verdacht auf ein Sehnengumma, einen Osteophyten oder ein Sarkom der Sehne. Diese Veränderungen sind nicht immer vorhanden, und die Sehne zeigt eine ganz normale Konfiguration.

Bei der traumatischen Ruptur ist der Schmerz nach dem Unfall ein sicheres Symptom. Der Schmerz kann alle vorstellbaren Stärken bis zu Synkopencharakter erreichen. Er ist immer intensiver als bei der pathologischen Ruptur. Er tritt plötzlich und so heftig auf, daß der Patient von einem elektrischen Schlag, Stockhieb oder Fußtritt spricht. Der Ort des Schmerzes ist abhängig von der Lokalisation des Risses: bei calcaneusnahen Rupturen liegt er über oder etwas oberhalb der Ferse, bei muskelnahen Rissen in der Wade. Die Intensität ist meist so heftig, daß die Verletzten auf der Stelle zusammensinken und jede Bewegung und Belastung des verletzten Beines peinlichst vermeiden. Der Schmerz vermindert langsam und stufenweise seine Intensität, bis er nach einigen Tagen Bettruhe nur noch bei Druck empfunden wird.

Manche Patienten hören beim Zerreißen der Sehne ein deutliches Geräusch, das sie mit einem Peitschenhieb oder mit dem Krachen beim Zertreten einer Nuß vergleichen. Nicht sel-

ten wird dieses laute, schnappende Geräusch auch von umstehenden Personen wahrgenommen.

Die subcutane Ruptur der Achillessehne ist immer mit einem Sturz des Verletzten verbunden. Die sofortige funktionelle Unfähigkeit variiert, und steht im direkten Verhältnis zur Schmerzintensivität. Es gibt Patienten, die sich selbst nicht mehr erheben, und nachdem ihnen aufgeholfen wurde, nicht mehr gehen bzw. das Bein belasten können. Andere können mit eigener Energie aufstehen und mit Schwierigkeiten auch gehen. Dabei fixieren sie den Fuß im Sprunggelenk rechtwinklig, nehmen kurze Schritte, und ziehen das verletzte Bein nach. In diesen Fällen ist der Schmerz nicht so stark.

Diesen subjektiven Symptomen stehen die objektiven gegenüber. Meist ist ein Bluterguß vorhanden, der aber selten eine cyanotische Verfärbung der Achillessehnenregion bedingt. Ist diese vorhanden, dann nimmt sie den hinteren Teil der Ferse ein und reicht bis über beide Malleolen. V a n d e n b o s s c h e berichtet über einen Fall, bei dem sich die "eccchymosis" bis zur Kniekehle hinauf erstreckte.



Abb. 8.

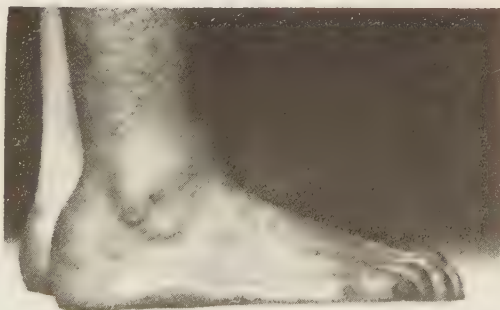


Abb. 9.

Abb. 8 und 9 zeigen die Änderung des Wadenprofils infolge Risses der Achillessehne am rechten Bein.

Ein pathognomonisches Zeichen der subcutanen Achillessehnenruptur ist die sogenannte "Beilkerbe". Man versteht darunter eine Delle in der Achillessehnenkontur, die durch das Auseinanderweichen der Sehnenstümpfe entsteht. Sie kann durch ein Ödem oder ein Hämatom maskiert sein. Die Breite der Kerbe beträgt gewöhnlich zwei Querfinger ; sie kann jedoch breiter sein, dashängt jedoch von der jeweiligen Kontraktionsspannung ab, in der sich der Triceps surae beim Unfallereignis befand. Ist das Hämatom groß, dann organisiert es sich, und die Delle kommt nie zum Vorschein. Die Weichteilkonturen des Achillessehnenprofils werden dadurch in typischer Weise deformiert. Die Achillessehne erscheint verbreitert, und die straffe, leicht ventral-bogenförmige Rundung der Haut fehlt. Bei ausgedehnter Hämatombildung um beide Malleolen wird man bei bloßer Inspektion an eine bimalleoläre Knöchelfraktur denken. Hier darf man sich nicht täuschen lassen und muß eine genauere Untersuchung vornehmen.

Bei der vergleichenden Untersuchung leistet die gesunde, straff gespannte Achillessehne einen deutlichen Widerstand. Die Sehne läßt sich als bleistift- bis kleinfingerstarker Strang fassen und nach beiden Seiten hin- und herschieben. Bei der rupturierten Sehne fehlt der deutliche Widerstand und der Sehnenstrag ist unterbrochen. Man fühlt hingegen die durchtrennten Sehnenenden, die sich bei Dorsalflexion voneinander entfernen und bei Plantarflexion wieder einander nähern. Der Muskelbauch des Fersenmuskels ist im Vergleich zur gesunden Seite nach oben gerutscht. Der Fuß kann nicht mehr am Boden abgerollt werden. Die Ferse steht durch die fehlende Tricepskontraktion in leichter Hakenfußstellung.

Auch bei einem kompletten Durchriß der Achillessehne kann die Beweglichkeit des Fußes erhalten sein. Die passive Plantarflexion ist möglich. In diesen Fällen ist der m. plantaris oft unverletzt und seine Sehne wird palpatorisch meist an der medialen Seite aufgefunden (dies kann zur An-

nahme einer partiellen Ruptur verleiten). Gemeinsam mit den tiefen Beugern und der Fibularisgruppe übernimmt sie teilweise die Funktion der Tricepssehne. Bei genauer Inspektion erkennt man aber, daß die Plantarflexion hauptsächlich im unteren Sprunggelenk und im Chopart'schen Gelenk vonstatten geht, wogegen das obere Sprunggelenk diese Bewegung nur angedeutet mitmacht. Gegen Widerstand ist die Planarbeugung kraftlos und nicht ausführbar, wie sich bei der vergleichenden Kraftprobe leicht feststellen läßt. Das untrüglichste Zeichen einer subcutanen Achillessehnenruptur ist deswegen die Unfähigkeit der Verletzten, sich in den Zehenstand zu erheben.

Im Gegensatz zur Plantarflexion ist die Dorsalflexion meist größer als normal, da die antagonistische Wirkung des m. triceps surae bei einer totalen Achillessehnenruptur entfällt. Ebenso ist der Achillessehnenreflex aufgehoben.

Bei veralteten Achillessehnenrupturen fühlt der palpierende Finger Vernarbungen und Cystenbildungen im Sehnenkern. Die Konturzeichnung der Achillessehne ist verstrichen. Der Muskelbauch der Wade an der verletzten Seite steht höher. Der Zehenstand ist stark eingeschränkt oder häufig nicht ausführbar. Es besteht eine rasche, unüberwindbare Ermüdbarkeit des verletzten Beines.

Bei den partiellen Rupturen hingegen kann der aktive Zehenstand normal oder eingeschränkt ausgeführt werden. Der Achillessehnenreflex ist meist abgeschwächt vorhanden. Die Beweglichkeit im oberen Sprunggelenk ist in allen Richtungen völlig erhalten, bereitet aber Schmerzen. Oft sind die Schmerzhaftigkeit und rasche Ermüdungserscheinungen die einzigen Beschwerden. Dadurch wird die Diagnostik erschwert,

Diese charakteristischen Symptome der Achillessehnenruptur müssen nicht in jedem Fall alle in Erscheinung treten. Dadurch werden manchmal sogar vollkommene Achillessehnenrisse für partielle gehalten oder ganz übersehen.

Die genaue klinische Untersuchung ist bei jedem Verdacht auf eine subcutane Achillessehnenruptur unbedingt notwendig. Das wichtigste aber ist, daß man überhaupt an diese Verletzung bei allen Traumatisierungen der unteren Extremität denkt.

Bei unserer Serie von 36 subcutanen Achillessehnenrupturen konnte die Symptomatologie 4 mal nicht aus den Krankengeschichten entnommen werden. Als subjektive Symptome werden der Schmerz und das hörbare Geräusch angegeben. Der Schmerz war in den meisten Fällen stark und wurde als heftig, schneidend, rißähnlich, dumpf, brennend, stechend oder einem elektrischen Schlag ähnlich charakterisiert. Eine geringe Schmerzintensität wurde von 6 Verletzten angegeben. Ein Verletzter hatte beim und nach dem Achillessehnenabriß überhaupt keine Schmerzen. Interessant ist, daß diese 7 relativ schmerzarmen Fälle den 9 Fällen angehören, die ich im Kapitel "Ätiologie" als wahrscheinlich pathologische Rupturen bezeichnete. Der Schmerz war bei calcaneusnahen Rissen über dem Fersenbein lokalisiert, während er bei muskelnahen Rupturen mehr in der Wade auftrat. Die Rupturstelle zeigt bei Druck immer eine besondere Schmerzempfindlichkeit. 5 Patienten geben an, einen Knall bei der Ruptur gehört zu haben. Die Klangfarbe reichte vom dumpfen Ton bis zum krachenden Geräusch.

Vorsymptome wie ein Brennen oder eine leichte Schmerzhaftigkeit im Achillessehnenbereich bestanden vor dem Unfall nur bei zwei Fällen. Sie wurden von den Patienten wenig beachtet.

Die sogenannte Beilkerbe in Form einer Delle oder Stufe im Achillessehnenprofil war bei 22 Fällen sicht- bzw. tastbar.

9 mal war sie durch eine ödematöse Schwellung oder ein Hämatom maskiert. Sie lokalisierte sich immer 2 bis 4 Querfinger oberhalb des Calcaneusoberrandes. In einem Fall konnte ein mitausgesprengtes Knochenfragment des Fersenbeins im Achillessehnenverlauf getastet werden. Eine hämatombedingte Verfärbung des unteren Unterschenkel-drittels bestand in 8 Fällen. Die Achillessehnenkontur war immer verstrichen.

Bei der klinischen Untersuchung ergab sich immer eine Plantar-beugung, die gegen Widerstand kraftlos eingeschränkt oder gänzlich unmöglich war. War sie passiv ausführbar, dann ging sie vom unteren Sprunggelenk oder vom Chopart'schen Gelenk aus. Die Dorsalflexion überschritt in 3 Fällen das normale Maß, eine Folge der Aufhebung der antagonistischen Wirkung des m. triceps surae. In 4 Fällen wurde ganz im Widerspruch zur normalen Anatomie eine eingeschränkte oder aufgehobene Dorsalflexion festgestellt. Diese war jedoch in zwei Fällen auf einen gleichzeitigen Knöchelbruch zurückzuführen, während in den beiden verbleibenden Fällen die Schmerzintensität so stark war, daß eine reflektorische Entlastungsstellung den Vorfuß immobilisierte. Bei schmerzarmen Rupturen konnten die Patienten das verletzte Bein belasten und sich hinkend fortbewegen.

Der Zehenspitzenstand konnte von keinem Patienten ausgeführt werden.

Die Symptomatik der einzelnen Fälle ist aus der Zusammenstellung Nr. 3 zu ersehen. Diese Symptome gleichen denen der in der Weltliteratur geschilderten.

VIII. Pathologische Anatomie.

A) Das makroskopische Aussehen der rupturierten Achillessehne ist bei den offenen und geschlossenen Verletzungen sehr ähnlich. Die Trennungsstelle der Achillessehne kann bei den offenen Verletzungen quer, schräg oder fast senkrecht verlaufen, während sie bei den subcutanen Achillessehnenrupturen meist einen queren oder leicht schrägen Verlauf zeigt. Die Blutung ist bei den offenen Verletzungen im allgemeinen stärker. Die glatten, offenen Schnittverletzungen zeigen glatt begrenzte Sehnenstümpfe ohne wesentliche Auffaserung. Dagegen weisen die offenen Riß-Quetschverletzungen und die subcutanen Achillessehnenrisse alle Grade der Sehnengefüßlockerung und -auffaserung auf. K ö n i g beschreibt schleisig aufgefaserte Sehnenstümpfe, während R u m p e l eine pinselförmige oder büzel-

Fall	Symptome	Schmerz	Delle	Beweglichkeit	Auftreten	Schwellung	Zehenstand
1		starke Bewegungs-u. Ruheschmerzen im Fersenbein	tastbar, obwohl durch Ödem maskiert	Plantarflexion nur ganz gering möglich, kraftlos	unter Schmerzen möglich	mäßig	unmöglich
2	unbekannt	---	---	---	---	---	---
3	Echymosis; Achilleskonturen verstrichen	stechender Schmerz	Fragment ca. 3 QF oberhalb Calcaneus tastbar	Plantarflexion stark eingeschränkt, sonst freie Fußbeweglichkeit	unmöglich		unmöglich
4	unsicherheitsgefühl	dummer Schmerz in der Hacke; schwacher Druckschmerz am Ansatz	bei Dorsalflexion	Plantarflexion gegen Widerstand unmöglich. Dorsalflexion über das normale Maß möglich	Stehen unmöglich	---	unmöglich
5	Muskelbauch liegt höher, Achillessehne nicht tastbar	starke Schmerzen an der Ferse	2 QF. oberhalb Calcaneus	leichte Hackenfußstellung, Plantarflexion kraftlos	unmöglich	geringe Schwellung, mäßiges Hamatom	unmöglich
6	Rißgefühl	schneidender, später ziehender Schmerz oberhalb der Ferse, Druckschmerz handbreit oberh. der Ferse	maskiert durch Ödem, Riß 4 cm oberhalb Calcaneus	stark eingeschränkt	bei starken Schmerzen möglich; Abrollen unmöglich	mäßig	unmöglich

Fall	Symptome	Schmerz	Delle	Beweglichkeit	Auftreten	Schwellung	Zehenstand
7	Verstrichene Achillessehnenkontur	leichter Schmerz im Unterschenkel über der Ferse	3 QF. über Calcanus	Plantarflexion kraftlos ausführbar	Gehen möglich	stark	unmöglich
8	unbekannt	---	---	---	---	---	---
9	kein fester Stand, verstrichene Konturen, Geräusch	mäßig	3 cm kranial vom Ansatz, Sehnenunterbrechung. tastbar	aktive u. passive Dorsal- u. Plantarflexion mögl., plantare Kraft deutlich vermindert, Plantarflexion im Chopart-u. unteren Sprunggelenk	möglich	Hämatom	unmöglich
10	unbekannt, da Gehgips	---	---	---	---	---	unmöglich
11		elektr. Schlag	Delle sichtbar	Plantarflexion schwach ausführbar, kraftlos	unmöglich, Hinken	---	unmöglich
12	Hämatomverfärbung	starke Schmerzen über der Achillessehne	maskiert durch Ödem	Beweglichkeit stark eingeschränkt	unmöglich	stark	unmöglich
13		heftig im Bereich der Achillessehne	maskiert durch Ödem	Dorsalflexion unmöglich, Plantarflexion gegen Widerstand kraftlos	auf der Ferse	untere Wade und Ferse; Hämatom	unmöglich
14		starker Schmerz im unteren Unterschenkel-drittel	maskiert	Plantarflexion stark eingeschränkt	unter Schmerzen möglich	Schwellung, Hämatom	unmöglich

Fall	Symptome	Schmerz	Delle	Beweglichkeit	Auftreten	Schwellung	Zehenstand
16		heftiger Schmerz	leichte Eindrillg. 2 QF. oberhalb Cal- caneus	Plantarflexion kraftlos, gegen Widerstand un- möglich	unmöglich	gering am distalen Unterschen- kel, Hämatom	unmöglich
17		starker Schmerz, bes. in der Persen- gegend	am Mus- kel-Seh- nenüber- gang	Plantarflexion deutlich ein- geschränkt	unmöglich	---	unmöglich
18		mäßiger Schmerz	3 QF. oberhalb des An- satzes	Plantar-u. Dor- salflexion un- möglich	---	---	unmöglich
19	dumpher Knall	starke Schmerzen in der Ferse	1 QF. oberhalb des Cal- caneus	Plantarflexion nicht gegen Widerstand mögl.	Abrollen des Fußes unmöglich	---	unmöglich
20		stark, starker Druck- schmerz am Muskel-Seh- nenübergang	3 cm oberhalb des Cal- caneus	Plantar-u. Dor- salflexion we- gen Schmerzhaft- igkeit nicht möglich	unmöglich	----	unmöglich
21		keiner	3 QF. proximal des An- satzes	Plantarflexion gegen Wider- stand nicht möglich	möglich Hinken!	---	unmöglich

Fall	Symptome	Schmerz	Delle	Beweglichkeit	Auftreten	Schwellung	Zehenstand
22		schmerzhafter Riß, und schmerzhafteste Druckstelle über der Achillessehne	2 QF. über Calcaneus	Plantarflexion aktiv kraftlos	Humpeln möglich; keine Belastbarkeit	---	unmöglich
23		heftiger Druck- schmerz	2-3 QF. über Calcaneus	passiv schwach; aktiv nicht möglich	unmöglich	---	unmöglich
24	lauter Knall	heftiger Schmerz	2 QF oberhalb Calcaneus	Funktionsprüfung nicht möglich, da Patient Gips trägt	Gehen unmöglich	---	unmöglich
25		stark im Wadenbereich	maskiert durch Ödem	Plantarflexion unmöglich	Sehen unmöglich	mäßig	unmöglich
26	unbekannt	---	---	---	\ ---	---	---
27		starke Druckschmerzhaftigkeit	3 cm oberhalb Calcaneus	Plantarflexion gegen Widerstand unmöglich	unter Schmerzen möglich	mäßig im distalen Unterschenkel drittel	unmöglich
28		starke Schmerzen	Stufe knapp über dem Ansatz	Dorsalflexion übermäßig, Plantarflexion kraftlos, Bewegungseinschränkung	unmöglich	gering im unteren Unterschenkel drittel	unmöglich
29	trägt Gipsverband	mäßig	maskiert durch Ödem	aktiv u. passiv beweglich	Gang unmöglich	stark lokal	unmöglich

Fall	Symptome	Schmerz	Delle	Beweglichkeit	Auftreten	Schwellung	Zehenstand
30	Blutergüsse über der Malleolen- gegend	gering	maskiert	Beugung und Streckung stark eingeschränkt	möglich	ja	unmöglich
31	Profilverflachung der Achillessehne	starke Schmerzen	Delle tastbar	aktive Plantarflexion nur gering möglich	Gehen unter Schmerzen möglich	---	un-möglich
32	Profilver-schmälerung	brennender Schmerz in der Ferse, Druck-schmerz	maskiert	eingeschränkte Dorsalflexion	möglich	mittel-mäßig	unmöglich
33		Schmerzen der Schlag, durchschmerzhaftes Wadenmuskulatur	2 QF. oberhalb Calcaneus	Plantarflexion kraftlos	unmöglich	Sprunggelenksschwellung	unmöglich
34	Gefühl des Absatzabrisses	rißartig	durch Ödem maskiert	Dorsalflexion u. Supination eingeschränkt; Plantarflexion gegen Widerstand unmöglich	möglich, Hinken	submalleoläre Schwellung im Personenbereich	unmöglich
35/36	dumpher Knall	starker Druck-schmerz 4 QF. proximal des Ansatzes, so mit schmerzhaft	4 QF. oberhalb Calcaneus	Plantarflexion gegen Widerstand nicht möglich	mit Schmerzen möglich, Hinken	im unteren Unterschenkeldrittel	unmöglich

artige Zerfaserung in einzelne Sehnenbündel sah. Einige schmale, verlängerte Sehnenfasciculi sind oft erhalten und verbinden die beiden Sehnenstümpfe (Brisset, Poisier). Das pinselförmig aufgefaserte distale Sehnenende steht unversehrt mit dem Tuber calcanei in Verbindung, während das meist cyanotisch verfärbte, narbig verdickte, proximale Ende mehr oder weniger weit retrahiert ist.

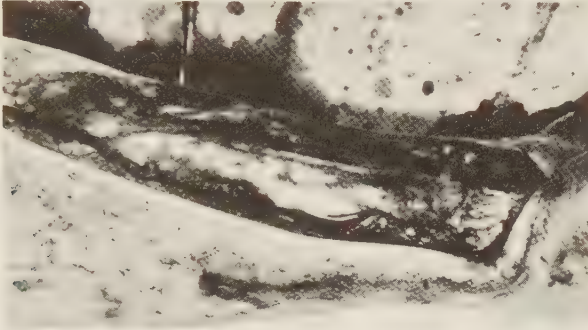


Abb. 10: Die Achillessehnenruptur ist zwei Tage alt. Die starke Auffaserung des distalen Sehnenstumpfes ist deutlich zu erkennen.

In der Diastase zwischen beiden Sehnenstümpfen liegt meist ein in Organisation befindliches Hämatom von sulzig-weicher, gelatinös-matschiger Masse und graubräunlicher Farbe. Veraltete Rupturen bieten bei der Operation das Bild wulstig vernarbter Sehnenstümpfe, die mit einem zu einer starken, kallusähnlichen Masse veränderten Hämatom verbacken sind. Dieser Kallus nimmt zunehmend sehnenähnliches Aussehen an.

Bei den partiellen Rupturen finden sich kleine seitliche Randeinrisse oder nur noch bleistiftdicke erhaltene Faserbündel. Man darf sich aber nicht von der Plantarissehne, die etwa bleistift dick an der medialen Seite der Achillessehne liegt und meist erhalten ist, täuschen lassen und dadurch eine totale Achillessehnenruptur als partiell deklarieren.

Die Calcaneusavrisse gehen mit einer minimalen Sehnenverlängerung einher, die Sehne selbst ist aber unversehrt. Das ausgesprengte Knochenstück steht mit der Sehne in Verbindung und ist nach proximal retrahiert. Beim Achillessehnenriß am Muskel-Sehnenübergang zeigt der distale Sehnenstumpf mehrere zentimeterlange, besenförmig aufgesplitterte Sehnenfasern, denen ein Muskelgewebe anhaftet. Die besenförmige Aufsplitterung der Sehnenfasern ergibt sich aus der fadenförmigen Aufteilung der Sehnenplatte am Muskelbauch.

Degenerative Veränderungen: In der Literatur wird fast einhellig die Ansicht vertreten, daß die gesunde Sehne nie reißt; vielmehr sind degenerative Schädigungen des Sehngewebes die Voraussetzung für die subcutane Achillessehnenruptur. Kolb & Salem, Davidson, Orell, Arner & Lindholm, Schönbauer, Albertini u.a.m. suchten durch histologische Untersuchungen des rupturierten Sehngewebes den Beweis für diese Annahme zu erbringen. Sie stellten folgende Forderungen an die histologische Untersuchung:

Die ausgeschnittenen Gewebsstücke sollen gesundes und rupturiertes Gewebe von beiden Sehnenstümpfen und Peritoneum zeigen, am Rupturtag, spätestens jedoch 1-2 Tage danach entnommen und nach bekannten Techniken gefärbt werden. In jedem Einzelfall muß sorgfältig geprüft werden, ob degenerative bzw. regressive Veränderungen die Ursache bzw. Folge der Sehnenruptur sind.

Bei all ihren 74 subcutanen Achillessehnenrupturen konnten Arner, Lindholm & Orell histologisch degenerative Veränderungen nachweisen. Gewöhnlich bestanden sie in einer fragmenthaften, ödematösen Auflösung des Sehngewebes und in Abnützungserscheinungen an den Kollagenbündeln. Dies gab dem Gewebe eine feinstreifige, unterschiedlich unregelmäßige und wellige Struktur. Die Kollagenbündel zeigten eine Schwellung, eine geringe Anfärbbarkeit und fließende Übergänge von normalstrukturierten zu strukturlosen Zonen. In den strukturveränderten Zonen wurden keine oder nur wenig angefärbte Zellkerne gesehen. Daneben fanden sich verbreitete frische Blutungen. Diese Befunde sind Ausdruck einer mehr oder weniger starken Degeneration der Achillessehne.

Ogleich diese degenerativen Veränderungen in allen Fällen vorhanden waren, variierte ihr Schweregrad und Umfang. Leichte Formen der Degeneration in Form einer ödematösen Auflockerung wechselten sich mit Formen der vollkommenen Gewebsobliteration ab.

Bei veralteten Achillessehnenrupturen zeigte das Sehnen-
gewebe eine schleimige Degeneration. Diese wurde aber auch
hie und da bei frischen Rupturen beobachtet. Eine fibrinoide
Degeneration des Sehnen-
gewebes wurde dagegen nicht diagnosti-
ziert.

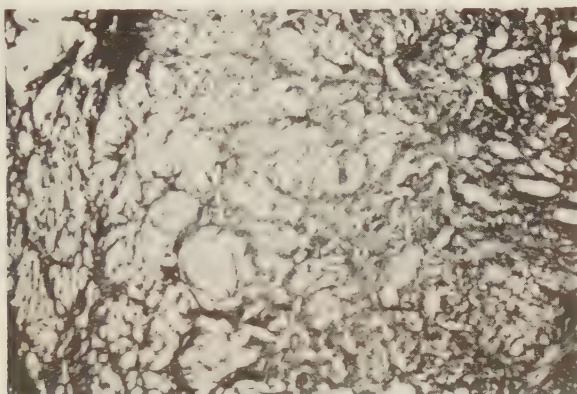


Abb. 11: Probeexcision zwei Tage nach der Ruptur.
Die mucoide Degeneration ist überall zu erkennen.
Nur wenige Zellkerne sind vorhanden. Links oben
zeigen sich Calciumeinlagerungen. (120-fache Ver-
größerung)

Bei einigen veralteten Achillessehnenrissen hatte sich Calcium
im Sehnen-
gewebe abgelagert, bei anderen fand eine Umwandlung
des Sehnen-
gewebes im Knorpelgewebe statt.

Die Gefäße mittleren Kalibers zeigten eine Mediahypertrophie
mit einer Lumeneinengung. Man muß daher eine Degeneration
der Sehne auf der Basis einer Minderdurchblutung und Ernäh-
rungsstörung annehmen. Entzündliche Gefäßprozesse wurden nicht
beobachtet.



Abb. 12: Probeexcision am Rupturtag. Das Sehnen-
gewebe zeigt bruchstückartige, degenerative Ver-
änderungen und aufgelockerte Kollagenbündel mit
wenigen angefärbten Zellkernen. Kleine Blutungen,
aber keine entzündliche Infiltration. Die rela-
tiv kleinen Gefäße zeigen eine auffallende Media-
hypertrophie mit Lumeneinengung. (120-fache Ver-
größerung).

K o l b & S a l e m konnten bei 6 subcutanen Achilles-
sehnenrissen zerfetztes Sehnenngewebe am Unfalltag probe-
excidieren und histologisch untersuchen. Das rupturierte
Gewebe zeigte eine kleinherdförmige und unregelmäßig ab-
gegrenzte, grobbalkige, acidophile Verquellung mit weit-
gehendem Schwund der fibrillären Struktur. In diesen Be-
zirken fehlte gelegentlich auch die Kernfärbung oder die
Zellkerne zeigten einen bröckeligen Zerfall. Das umgebende,
lockere Bindegewebe war abwechselnd ~~gering~~gradig entzündlich
infiltriert; seine Arteriolen zeigten eine herdförmig ange-
deutete, hyaline Verquellung ihrer Wand. Das Ausmaß der Ver-
änderungen variierte in den einzelnen Fällen. Im allgemeinen
bezeichnet der Autor diese Veränderung als gering, aber aus-
reichend, um mit der Zeit eine Achillessehnen-Degeneration
zu manifestieren.

Ähnliche histologische Befunde berichten D a v i d s s o n , C h i -
g o t , G a r n i e r & C l o u t i e r , S c h ö n b a u e r ,
K l i n g e r , W i t t , M a y r , D e b r u n n e r , F i n k ,
N a z u n d J a k o b s .

Bei submikroskopischen Beobachtungen über die „funktionelle Anpassung der Sehnenfasern“ stellte R o l l h a u s e r (1954) folgendes fest : Er setzte die Doppelbrechung der einem ausgewachsenen Meerschweinchen entfernten Achillessehne als Norm und verglich diese mit den Doppelbrechungswerten verschieden lang trainierter Achillessehnen. Es zeigte sich, daß die Doppelbrechung der Achillessehne nach 2-tägigem Training zunächst abnimmt, dann steil über die Norm hinaus ansteigt und nach etwa 3 Wochen mit einer Erhöhung von knapp 20 Prozent bis zum Ende der Beobachtungszeit konstant bleibt.

Der Gang der Doppelbrechung bedeutet folgendes : Auf eine kurzzeitige, funktionelle Mehrbelastung antwortet die Achillessehne zunächst mit einer Lockerung ihrer Feinstruktur. Die Reißfestigkeit ist dann um etwa 10 Prozent herangesetzt, so daß die Sehne bei Trainingsbeginn und forcierter dynamischer Belastung stark rupturgefährdet ist.

D a h m e n (1963) hat elektronenmikroskopische Untersuchungen an gesunden und an histologisch und klinisch nachweisbar degenerierten Sehnen durchgeführt und dabei 5 deutliche Unterschiede aufgefunden :

1. Die Anordnung und Lagerung der Kollagenfibrillen im Gewebsverband war bei den gesunden Sehnen dicht und regelmäßig, bei den degenerierten locker und unregelmäßig.
2. Die Dicke der Kollagenfibrillen betrug bei den gesunden Sehnen 200 - 1000 Å (Werte von 50 - 150 Å fanden sich nur in einem Präparat), mit einem Maximum bei 400 - 450 Å. Bei den degenerierten war das Spektrum nach beiden Seiten verbreitert mit einem 2. Maximum bei 50 Å.
3. Die Periodenlänge war bei den Fibrillen der degenerierten Sehnen gegenüber den gesunden etwas kürzer.
4. Die Zahl der erkennbaren Querstreifen pro Periode war bei den Fibrillen der gesunden Sehnen etwas größer als bei den degenerierten.
5. Die Grundsubstanz war bei den gesunden Sehnen fast völlig homogen, während sie bei den degenerierten Einlagerungen von grob- und klein körnigen, in Kettenform angeordneten Massen zeigte.

Pathophysiologie der Heilung : A r n e r , L i n d h o l m & O r e l l fielen auf, daß das Sehnengewebe histologisch beständig das Bild einer mehr oder weniger starken entzündlichen Reaktion als Nebenfund zeigte. Ebenso war in vielen Fällen die Bildung eines regenerativen weniger differenzierten Gewebes auffallend. Die Untersuchung ergab dann

auch, daß die Entzündung und die Regeneration sekundär durch den traumatischen Sehnenschaden und die Blutung bedingt waren.

Durch die zeitlich unterschiedliche Entnahme des histologisch zu untersuchenden Gewebsmaterials war es möglich, vier Hauptstadien im Regenerationsprozeß der Achillessehne zu unterscheiden:

- 1.) Das Stadium I schließt die Fälle ein, bei denen die Operation am gleichen oder darauffolgenden Tag nach der Ruptur durchgeführt wurde. Histologisch wird es durch die Tatsache charakterisiert, daß eine entzündliche, zellige Infiltration im Sehnengewebe nicht stattgefunden hat, oder nur eine spärliche leukozytäre Ansammlung entlang der Gefäße vorhanden ist.

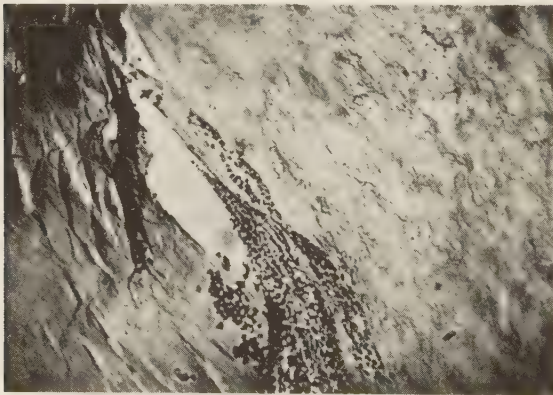


Abb. 13: Probeexcision am Rupturtag (Stadium 1). Links normales Sehnengewebe. Rechts löst sich das Gewebe ödematös auf und zeigt eine unregelmäßige, feinstreifige Struktur. In dieser Zone fehlen angefärbte Zellkerne. In der Mitte zeigen sich Blutungen, aber eine entzündliche Infiltration ist nicht vorhanden (150-fache Vergrößerung).



Abb. 14: Probeexcision am Rupturtag (Stadium 1)
Links normales, teilweise aufgefasertes Sehnen-
gewebe mit deutlichen Zellkernen. Rechts oben
sind bruchstückartige, ödematös- aufgelockerte
Kollagenbündel mit einem totalen Zellkernverlust
zu erkennen. Keine entzündliche Infiltration
(130-fache Vergrößerung).

- 2.) Das Stadium II entspricht einem Zeitraum von 2 bis 4 Tagen, der nach der Ruptur bis zur Probeexcision vergangen ist. Dann wird gewöhnlich eine reichliche und ziemlich diffuse Infiltration von neutrophilen Leukozyten in dem Sehnen Gewebe, aber keine Bildung von Granulationsgewebe, beobachtet.

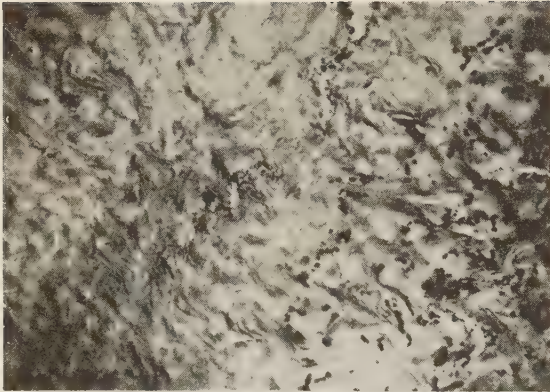


Abb. 15: Probeexcision ein Tag nach der Ruptur (Stadium II). Links sind auffallend degenerativ veränderte, geschwollene Kollagenbündel zu erkennen, die eine strukturlose Zone bilden. Der Zellkernverlust ist auffallend. Rechts besitzt das Gewebe noch angedeutet seine Struktur, einige Zellkerne sind erhalten. In dieser Zone ist die reichliche Leukocyteninfiltration auffallend (150-fache Vergrößerung).



Abb. 16: Probeexcision drei Tage nach der Ruptur (Stadium II). Unten normales Bindegewebe. Oben zeigt sich unregelmäßig-feinstreifiges, aufgefaserter und ödematös-aufgelockertes, sich auflösendes Kollagengewebe. Vereinzelt finden sich angefärbte Zellkerne. Eine spärliche, diffuse Leukocyteninfiltration ist vorhanden. Kein Granulationsgewebe. (140-fache Vergrößerung).

3. Am 4. Tage nach der Ruptur beginnt das Stadium III, welches sich über 14 Tage hin ausdehnt. Es zeigt eine mehr oder weniger starke Granulationsgewebsbildung, die sichtlich vom Peritoneoneum ausgeht. Gleichzeitig macht das entzündliche Exsudat einen fortschreitenden Verfallsprozeß durch.

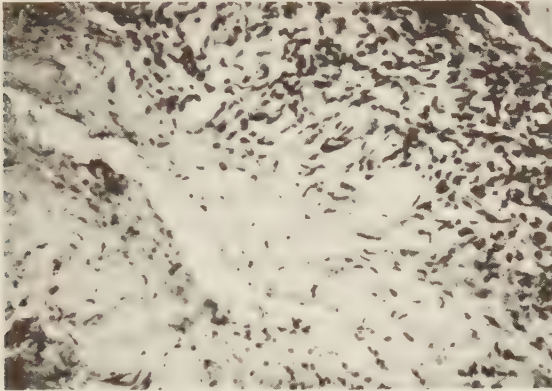


Abb. 17: Probeexcision vier Tage nach der Ruptur (Stadium III). Links unregelmäßig strukturiertes, ödematös aufgelockertes Sehngewebe mit Blutungen und zahlreicher Leukocyteninfiltration. Rechts heranwachsendes, junges, zellreiches Granulationsgewebe peritoneonealen Ursprungs. (120-fache Vergrößerung).

4. Das Stadium IV ist das Endstadium und ist zeitlich 14-18 Tage nach der Ruptur erreicht. Dann ist das Sehngewebe größtenteils durch neugebildetes, undifferenziertes Bindegewebe ersetzt.

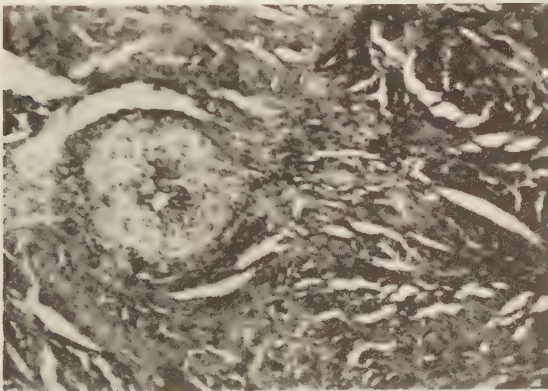


Abb. 18: Probeexcision einen Monat nach der Ruptur

(Stadium IV). Das Gewebe ist grobbalkiges Bindegewebe von sehnähnlichem Charakter. Links ist eine Zweig-arterie getroffen, deren Lumen durch eine Mediahypertrophie stark eingeengt ist. (40-fache Vergrößerung).

Diese regressiven Veränderungen des Achillessehnengewebes stehen in keiner Relation zu den primär-degenerativen Veränderungen, sondern sind Folge der Traumatisation und der Blutung. Sie können aber zur Errechnung des Alters der Verletzung dienen, was für versicherungsrechtliche Fragen von Bedeutung ist.

D i c k ist ebenfalls der Auffassung, daß sich vorwiegend das unspezifische Perotoneum und in geringem Maße das spezifische Sehnengewebe an der Sehnenwundheilung beteiligen. Er beschreibt den Heilungsablauf und die Regeneration einfacher Achillessehnenwunden folgendermaßen :

1. Woche : Bildung der „fibroplastischen Schiene“.
2. Woche : Proliferation des Bindegewebes.
3. Woche : Bildung von kollagenen Fasern.
4. Woche : Lösung der Kontaktstelle aus ihrer Umgebung.

M a s o n , M i c h e a l & A l l e n zeigten, daß sich der Dehnungswiderstand während der Heilung der Sehne 3mal ändert. In den ersten 5 Tagen besteht eine Verminderung des Dehnungswiderstandes, während dieser bis zum 16. Tage stark und bis zum 20. Tage weniger stark zunimmt. Histologisch entsprechen diesen 3 Abschnitten der Heilung die strangartige Verbindung der Sehnenstümpfe, die Bindegewebsproliferation und die Differenzierung zum Sehnengewebe.

Ebenso sind K r i v o r o t o v , N ä r v i , B a t e und D a v i d s s o n der Ansicht, daß die Regeneration der Achillessehne in der Hauptsache von interfaszikulären und peritendinösen Bindegewebe ausgeht. Das Sehnengewebe selbst ist passiv. Das neuentstandene Feingewebe zwischen den Sehnenstümpfen ähnelt äußerlich dem Sehnengewebe, hat aber sonst mit diesem nichts gemeinsam. Makroskopisch fehlt dem Regenerat der charakteristische Perlmutterglanz, mikroskopisch ist es zell- und gefäßreicher und zeigt gewisse Unregelmäßigkeiten in der Struktur.

Eigene Untersuchungsbefunde :

Bei den offenen Verletzungen wurde nur im Fall 9 Sehnen-
gewebe zur histologischen Untersuchung entnommen. Diese
Probeexzision erfolgte nach primärer Wundheilung am 22. Ta-
ge nach dem Unfall bei der sekundär durchgeführten Ope-
ration. Die rupturierte Sehne befand sich schon im Heilungs-
prozess. Der Pathologe fand reichlich gewucherte Fibrobla-
sten, Gefäße und eine z.T. dichte Infiltration von Lympho-
zyten, Makrophagen und Leukozyten. Für eine spezifische Ent-
zündung ergab sich kein Anhalt. Die Diagnose lautete :
Chronische, granulierende Entzündung (Stadium III der Hei-
lung).

Von 12 der 36 subcutan rupturierten Achillessehnen wurde
ein Gewebstück bei der Operation exzidiert und der histo-
logischen Untersuchung zugeführt. Die Entnahme des Sehnen-
gewebstückchen erfolgte meistens zu spät, so daß der histo-
logische Befund keine klare Aussage über vorbestehende dege-
nerative Sehnenveränderungen ergeben konnte.

Aus den histologischen Befunden ergibt sich folgendes :

1. In den Fällen 6,15,18,23 und 31, bei denen die Ge-
websentnahme am 3. bzw. 4. Tag nach dem Unfall er-
folgte, konnten eindeutig vorbestehende degenerative
Veränderungen im Sehnengewebe festgestellt werden.
Die Patienten standen im 3. und 4. Lebensjahrzehnt.
2. In den übrigen Fällen, bei denen bis zur Gewebsent-
nahme mehr als 7 Tage vergangen waren, ergab sich
das Bild des normalen Heilungsprozesses. Das ent-
zündliche Exsudat war in Granulationsgewebe überge-
gangen. Diese Phase entspricht dem Heilungsstadium
III bei Arner, Lindholm & Orell
und der Regenerationsphase 2 nach Dick.

Die Untersuchungen scheinen dafür zu sprechen, daß die de-
generativen Veränderungen des Achillessehnenorgans eine der
Voraussetzungen für das Zustandekommen der subcutanen, in-
direkt-traumatischen bzw. pathologischen Achillessehnenrup-
tur sind.

IX. Diagnose und Differentialdiagnose :

Die Diagnose ist leicht, sofern man nur an diese seltene Verletzung der Achillessehne denkt.

Die Diagnose ergibt sich aus folgenden Symptomen :

1. Anamnese :

- a. bei offenen Achillessehnenrissen eine umschriebene Einwirkung scharfer Gegenstände.
- b. bei geschlossenen Achillessehnenrupturen ruckartige Koordinate oder unkoordinierte, über das gewöhnliche Belastungsmaß der Sehne hinausschießende Bewegungen.

2. Klinische Symptome :

- a. bei der offenen Achillessehnenverletzung :
 - aa. ist das Ausmaß der Verletzung in der Tiefe der Wunde sichtbar
 - bb. oder durch eine massive Blutung nicht eindeutig zu klären.
 - cc. Die Diagnose wird dann bei der ohnehin notwendigen Wundrevision gestellt.
- b. bei den subcutanen Achillessehnenrupturen :
 - aa. subjektive Anzeichen : Schlag gegen die Wade; schnappendes Geräusch; heftige Schmerzen bei direkter und indirekter Traumatisation im Waden-, Schienbein- und Knöchelbereich, die jedoch bei einer pathologischen Ruptur fehlen können.
 - bb. objektive Symptome : Delle in der Achillessehnenkontur, die aber oft durch eine Schwellung oder ein Hämatom maskiert sein kann; tastbare Sehnenstümpfe; Muskelreliefveränderungen; Verlust der straffen Spannung; schmerzhaftes Gehen; Gehunfähigkeit; der Zehenstand ist nicht ausführbar; Abrollunfähigkeit des Fußes; Plantarflexion auf Widerstand kraftlos; übermäßige Dorsalflexion.

T.C. Thompson & J.H. Doherty beschreiben einen neuen diagnostischen Test, der die Ruptur der Achillessehne mit Sicherheit anzeigen soll. Man untersucht dabei den Patienten in Bauchlage und läßt die Füße einschließlich des unteren Unterschenkelmittels über den Tisch hinaushängen. Sodann ergreift

man am verletzten Bein die Wadenmuskulatur von dorsal und drückt sie im mittleren Unterschenkel Drittel kräftig zusammen. Dann läßt man den Patienten plantarflektieren. Im Gegensatz zur gesunden Seite erfolgt auf der Seite der Achillessehnenruptur hierauf keine Plantarflexion des Fußes. Das Fehlen der Plantarflexion des Fußes bei Druckkompression im mittleren Drittel der Wade, also der positive Ausfall des Testes, ist für eine Achillessehnenruptur auch in Zweifelsfällen absolut beweisend. Dieser Test hat sich in allen 47 Fällen bewährt.

Diese Symptome gelten nur für die totale, subcutane Achillessehnenruptur. Ein schwieriges Problem ist die exakte Diagnosestellung und ihre klinische Sicherung bei der partiellen, subcutanen Achillessehnenruptur. Man sagt, daß der Patient bei einer partiellen Ruptur gehen kann, obschon er Schmerzen hat. Er kann den Fuß normal beim Gehen abrollen, hat kein Unsicherheitsgefühl und kann den Zehenstand ausführen - jedoch bei genauer Untersuchung nicht mit der Kraft wie bei intakter Sehne -. Die Plantarflexion ist auch gegen Widerstand möglich. Die Lücke zwischen den Sehnenstümpfen ist nicht so tief. Man fühlt manchmal nur eine Kerbe und kann diese durch Beuge- und Streckbewegungen des Fußes nicht deutlicher machen. Der Schmerz und die palpatorische Kerbe sind demnach die einzigen pathognomonischen Zeichen. Eine exakte Diagnose zu stellen, ist beinahe unmöglich.

Die Röntgenaufnahme ist ein weiteres Hilfsmittel, das zur Sicherung der Diagnose einer Achillessehnenruptur herangezogen werden kann.

Schon im Jahre 1914 berichtet v. S a a r, daß man auf dem Röntgenbild die Rupturstelle und die Größe der Dehissenz einsehen kann, da die Sehne sich als ein klar nachzuweisender Schatten darstellt. Er beschrieb jedoch keine Einzelheiten der röntgenologisch sichtbaren Veränderungen. Erst 1939 wurde von K a g e r ein Bericht veröffentlicht, der sich mit der Röntgendiagnose der subcutanen Achillessehnenruptur befaßte.



Abb. 19: zeigt eindeutig die Veränderungen der dreieckigen Aufhellung am linken Bein infolge Verletzung der Achillessehne bzw. Verlust der Spannung bei Vergleich mit der gesunden rechten Seite.

K a g e r beschrieb das nach ihm benannte Dreieck, welches in seitlicher Projektion des Fußknöchels bei 90-Grad-Stellung des Fußes gesehen wird und einen Raum darstellt, der von Fettgewebe umgeben ist. Dieser Raum wird hinten von den Achillessehnenrändern, an der Basis vom Calcaneus und vorne von den tiefen Flexoren begrenzt. Die Spitze des Dreiecks reicht oben bis zur halben Höhe des Unterschenkels. Wenn die Sehne rupturiert ist, verliert das Dreieck seine reguläre Gestalt. Die schlanke, dreieckige Form der Aufhellung geht verloren und infolge des Spannungsverlustes und der Überdehnung wird die Kontur des Weichteilschattens unregelmäßig.

1947 beschrieb T o y g a r einen nach ihm benannten Winkel, der durch die vordere und hintere Seite des Kager'schen Dreiecks

gebildet wird. Beide Seiten des Dreiecks nähern sich bei einer rupturierten Achillessehne und bilden einen Winkel von 130-150 Grad. Diese beiden röntgenologischen Veränderungen sieht T o y g a r als pathognomonisch an. Sie sollten zur Diagnose genügen. S c h o e n beschrieb zwei Fälle von Achillessehnenrupturen und machte auf die Bedeutung der Deformation des Kager'schen Dreiecks aufmerksam. Bei einem dieser Fälle war röntgenologisch mit Sicherheit festzustellen, daß die Sehne retrahiert und das distale Sehnensegment eingerollt war.

A r n e r , L i n d h o l m & L i n d v a l l gingen diesen bisher nicht zuverlässig überprüften Röntgenveränderungen nach. Sie verglichen die röntgenologischen Erscheinungen der Achillessehnenruptur mit denen der Tendinitis und Bursitis achilleae, der Ruptur des medialen Gastrocnemiuskopfes("tennis-leg") und des traumatischen Hämatoms. Röntgendifferentialdiagnostisch erhielten sie folgende Ergebnisse.

	Zahl der Fälle	deformiertes Kager Dreieck	positiver Toygarwinkel
Normaler Fußknöchel	34	-	-
Achillessehnenruptur	39	39	2
Tendinitis u. Bursitis achilleae	8	5	-
"tennis-leg"	2	2	-
Traumat. Hämatom	2	2	-

Tabelle 19: Röntgen - Differentialdiagnose .

Weder das Kager'sche Dreieck noch der Toygar-Winkel können als pathognomonische Zeichen für die Achillessehnenruptur gelten. Die Autoren fanden in allen Fällen ein in bezug auf die Größe, Gestalt und Weichteilstruktur deformiertes Kager'sches Dreieck, das deshalb röntgendifferentialdiagnostisch nicht beweisend sein kann. Der Toygar-Winkel war nur in zwei Fällen positiv und hatte keinen diagnostischen Aussagewert.

V

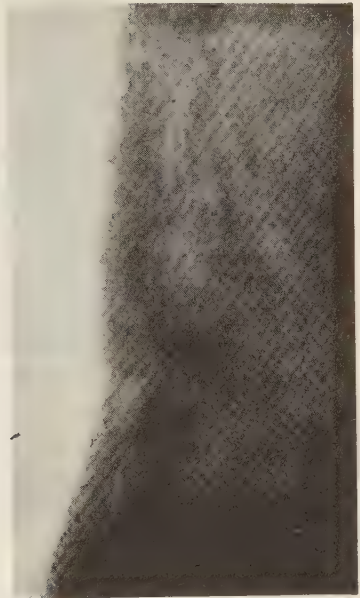
Abb.20: Gesunde Achillessehne mit normaler vorderer und hinterer Sehnenschattenkontur(links).

Abb.21: Röntgenuntersuchung am Rupturtag. Das Kager-Dreieck ist deformiert, das Toygar-Zeichen negativ. Der Sehnenschatten ist merkbar verdichtet und zeigt eine ventrale Abweichung der vorderen Schattenkontur. (rechts).

Abb.22: Tendinitis achillean. Das Kager-Dreieck ist deformiert, das Toygar-Zeichen negativ. (links).

Abb.23: " Tennis-leg ". Das Kager-Dreieck ist deformiert, das Toygar-Zeichen negativ. Normales distales Sehnensegment. (rechts).

Abb.24: Traumatisches Hämatom.
Das Kager-Dreieck ist
unkenntlich; das dista-
le Sehnensegment ist normal.



Die Autoren fanden aber zwei neue röntgenologische Veränderungen, die mit Sicherheit pathognomonisch für eine Achillessehnenruptur sein sollen. Sie geben eine Aussage über die vordere und hintere Kontur des distalen Segmentes bei einer rupturierten Achillessehne. Die vordere Kontur, die bei einer gesunden Achillessehne proximal des Calcaneus parallel oder leicht konvex nach vorne zur Hautoberfläche verläuft, zeigt eine charakteristische ventrale Abweichung. Die hintere Kontur, die bei einer gesunden Sehne in Calcaneusnähe gestreckt oder leicht konkav nach hinten verläuft, war in allen Fällen nach hinten unten ausgebuchtet.

	Zahl der Fälle	Ventrales Abweichen der vorderen Kontur	Ausbuchtung der hinteren Kontur nach hinten-unten
Achillassehnenruptur	39	39	39
Tendinitis u. Bursitis calcanei	5	4	-
„tennis-leg“	2	-	-
Traumat. Hämatom	2	-	-

Tabelle 20: Röntgen - Differentialdiagnose.

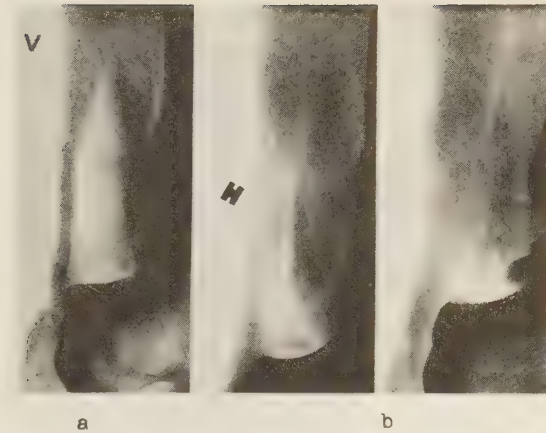


Abb.25a: Normaler Achillessehnen Schatten, der durch einen langen Soleusmuskel verkürzt ist.

b: Achillessehnenruptur(derselbe Patient): Das Kager-Dreieck ist deformiert, das Toygar-Zeichen negativ. Schattenverdichtung. Die vordere Schattenkontur des distalen Sehnensegmentes weicht nach ventral ab, die hintere buchtet sich nach hinten aus. (oben).

Abb.27: Achillessehnenruptur: Typische Abweichungen der Schattenkonturen des distalen Sehnensegmentes.(rechts).

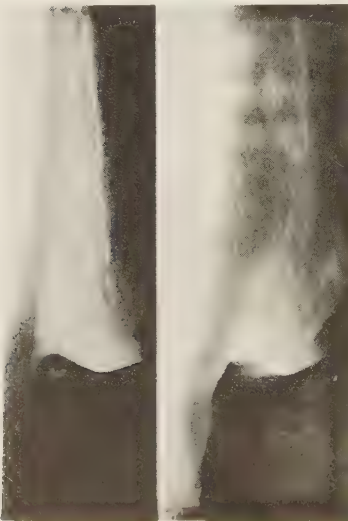


Abb.26a: Normaler Achillessehnen Schatten.
b: Ruptur dieser Achillessehne. Typische Abweichungen der vorderen und hinteren Schattenkontur des distalen Sehnensegmentes.(links)

Abb.28: Achillessehnenruptur. Leicht positive Dreiecksdeformierung bei negativem Toygar-Zeichen. Die vordere Schattenkontur des distalen Sehnensegmentes weicht typisch nach ventral ab, während die hintere Kontur unauffällig ist.(rechts).

Beide Röntgenveränderungen sind differentialdiagnostisch beweisend.

Außerdem empfehlen die Autoren insbesondere für veraltete Achillessehnenrupturen, bei denen sich die Diastase der Sehnenstümpfe teilweise ausgefüllt hat, eine Urographin-Injektion (5-10ccm) in die Mittellinie usw. in Höhe des Calcaneusoberrandes. Das Mittel verteilt sich an der Achillessehnenoberfläche und gelangt bei Bewegungen in die Rupturlücke, so daß im seitlichen Röntgenbild eine evtl. unklare Diagnose geklärt werden kann. Ein positiver Ausfall des Testes gelang den Autoren bei ihren 15 Achillessehnenrupturen.

Ebenso erreichte man durch eine arteriographische Untersuchung der unteren Extremität eine diagnostische Sicherung der Ruptur auf dem Röntgenbild, da die Kontrastfüllung der Gefäße an der Stelle der Ruptur unterbrochen war.

Thomsen, Fick, Kager, Arner & Lindholm und Schönbauer weisen auf das ziemlich häufige Vorkommen von Fehldiagnosen hin. Sie geben folgende Ursachen dafür an :

- a. Anatomische Fehldeutung,
- b. Teildurchtrennung der Achillessehne,
- c. Zeitliche Differenz zwischen Unfall und Untersuchung,
- d. Maskierung durch ein organisches Hämatom.

	ARNER & LINDHOLM	H.R. SCHÖNBAUER	Therapie
Richtige Diagnose	67	113	operativ
Richtige Diagnose	6	10	konservativ
Falsche Diagnose	25	29	falsche Therapie
Gesamt	98	152	

Tabelle 24: Häufigkeit einer falschen Diagnose.

Meist lautete die falsche Diagnose : Muskelruptur und partielle Achillessehnenruptur; in einigen Fällen wurden Verstauchungen oder Luxationen diagnostiziert. Dadurch wurden dann auch alle Fälle falsch behandelt.

Als Folge der falschen Behandlung konnten die Verfasser relativ

häufig einen Muskelschwund der Wade feststellen, der trotz kunstgerechter, späterer Sehnennaht nicht mehr vollständig zurückging.

Ergebnisse der eigenen Fälle :

Die offenen Achillessehnenverletzungen wurden bis auf zwei Fälle (4 und 9) sofort erkannt. Bei Fall 4 und 9 wurde die Diagnose erst nach Abheilen der Wunde gestellt usw. bei Fall 4 nach 7 Tagen und bei Fall 9 nach 3 Wochen. In beiden Fällen maskierte ein großes Hämatom die Wunde. Auf die aktive Bewegungsprüfung gegen Widerstand wurde wegen der Gefahr einer Bakterienverschleppung verzichtet. Nach Abheilen der operativ versorgten Wunde konnten beide Patienten den Zehenstand nicht ausführen. Beim Gehen hatten sie ein Unsicherheitsgefühl und Schmerzen. Im Fall 4 konnte die Atrophie der Wadenmuskulatur auch durch die anschließende operative Versorgung nicht mehr rückgängig gemacht werden. Der stärkste Umfang der Wade rechts war um 2cm geringer als der der gesunden Seite. Im Fall 9 konnte keine Wadenatrophie festgestellt werden. Röntgenbefunde liegen nicht vor.

Von den 36 subcutanen Achillessehnenrupturen wurden 7 falsch diagnostiziert. Es sind dies die Fälle 1,3,7,13,17,20 und 34. Bei Fall 1 stand eine Innenknöchelfraktur im Vordergrund der klinischen Diagnose. Da nebenbei eine partielle Achillessehnenverletzung bestand, wurde den Untersuchern eine exakte Diagnosestellung ohnehin schwer gemacht. Nach 6 Tagen konnte jedoch auf Grund der etwas kraftlosen Plantarflexion der Verdacht auf einen Achillessehnenriß geschöpft werden, der dann auch durch die Operation bestätigt wurde. Fall 3 wurde als Fersenbeinfraktur eingewiesen. Bei der Operation stellte sich heraus, daß es sich um einen Ausriß der Sehne an ihrem Ansatz mit einer Knochenaussprengung aus dem Fersenbein handelte. Fall 13 wurde zunächst nur aufgrund eines Innenknöchelbruchs behandelt. Nach der Genesung klagte der Patient über Schmerzen in der rechten Achillessehnengegend und konnte den Zehenstand nicht ausführen. Es ist der einzige Fall, bei dem der Untersucher die totale Ruptur übersah und nicht diagnostizierte. Bei Fall 17 wurde eine falsche Ein-

weisungsdiagnose gestellt. Die als partiell angesehene Ruptur konnte jedoch in unserer Klinik sofort als total diagnostiziert werden. Die Fälle 7, 20 und 34 wurden als partielle Achillessehnenrupturen diagnostiziert; doch die Operation ergab immer einen totalen Achillessehnenriß. Bei allen Fällen hatte die anfängliche Diagnoseverkenkung keine bleibenden pathologischen Veränderungen zur Folge.

Das Röntgenbild diente in den Fällen 1, 3, 7 und 11 zur Sicherung der exakten Diagnose. Die Röntgenuntersuchung zeigte in den Fällen 1 und 3 den Ausriß am Ansatz der Sehne und die Dislokation eines Knochenstückchens des Fersenbeins. In den beiden verbleibenden Fällen 7 und 11 stellte sich die Achillessehne nicht dar, und es zeigte sich eine unregelmäßige Gewebsabschattung. In den Fällen 22, 23, 24, 25 wurde die Röntgenuntersuchung erst nach der Operation vorgenommen. 3mal (Fall 22, 23 und 25) kennzeichnete das Nahtmaterial die Rißstelle, da zur Naht feine Drahtfäden verwandt worden waren. In Fall 24 ergab sich röntgenologisch der Verdacht eines Periostausrisses aus dem Tuber calcanei, da sich dicht oberhalb der Oberkante des Fersenbeins eine linsengroße, zarte Verschattung fand.

Differentialdiagnose :

In der Literatur werden folgende Erkrankungen angegeben, die durch Differentialdiagnose ausgeschlossen werden müssen :

1. Eine Distorsion, Kontusion, Luxation und Verstauchung, der Bänderriß und die Fraktur des Sprunggelenkes.
2. Die partielle Ruptur des Gastrocnemiuskopfes ("tennis-leg") und die totale Muskelruptur sowie eine traumatische Blutung im Unterschenkel.
3. Die Tendocellulitis, die Tendinitis und Bursitis achilleae, die Tendinitis achilleae traumatica nach S c h a n z , die Bursitis retrocalcaneae, die Tendovaginitis crepitans, die Thrombophlebitis und die Achillodynie.

Diese Erkrankungen haben eine täuschend ähnliche Symptomatik und können den Untersucher beim Stellen der exakten Diagnose irreführen. Deshalb ist eine genaue Anamnese von großer Bedeutung. Die entgültige Diagnose „Achillessehnenruptur“ ist dann an Hand der „Beilkerbe“ und der Unfähigkeit des Patienten den Zehenstand auszuführen, zu stellen. Alle anderen diagnostischen Hilfsmittel dienen schließlich nur noch der exakten Sicherung der Diagnose.

X. Lokalisation.

In der Literatur werden übereinstimmend drei Prädilektionsstellen für die subcutane Achillessehnenruptur angegeben:

1. Der Ausriß der Sehne an ihrem Ansatz am Calcaneus, wobei es meistens zu einer Absprengung des Tuber calcanei aus dem Fersenbein kommt. Manche Autoren reihen diese Verletzung zu den Frakturen ein. Man spricht dann von einer "Entenschnabelfraktur" des Calcaneus. Da jedoch der Unfallmechanismus und die Ätiologie einer echten Sehnenruptur ähnlich sind, zählen wir den Ausriß des Tuber calcanei zu den Achillessehnenrupturen.
2. Der partielle oder vollkommene Riß der Achillessehne im rein sehnigen Anteil etwa 3cm oberhalb der Ansatzstelle am Fersenbein.
3. Die Ruptur am Übergang vom sehnigen in den muskulären Teil des m. triceps surae. D e t z e l sieht die S-förmige Verschmelzungslinie von Muskel und Sehne als einen physiologisch schwachen Punkt an. Es bedarf keiner vorausgegangenen endogenen oder exogenen Schädigungen, um es am locus minoris resistentiae zu einer subcutanen Ruptur kommen zu lassen.

Bei den offenen Verletzungen der Achillessehne, die immer durch ein direktes Trauma verursacht werden, kommt der Riß am ganzen Verlauf der Achillessehne und in allen denkbaren Richtungen vor.

Bei den subcutanen pathologischen Rupturen, denen ein Gumma, Osteophyt, Tumor oder eine infektiöse Entzündung zugrunde liegt, ereignet sich die Trennung an der Stelle des pathologischen Prozesses. Bei den Fällen, bei denen sich akute oder chronisch sklerosierende Tendinitiden abspielen-- primär oder sekundär durch Lokal- und Allgemeininfektionen bedingt-- kann die Ruptur wahllos an jeder Stelle auftreten.

Bei den subcutanen, direkt-traumatischen Rissen wird die Verletzung an der Stelle der Kontusion entstehen und kann demnach über dem ganzen Verlauf der Achillessehne lokalisiert sein. Bei den indirekt-traumatischen Rupturen liegt der Riß gewöhnlich an der schmalsten Stelle der Sehne etwa 2-6cm oberhalb des Calcaneus. Man kennt aber auch Rupturfälle, bei denen der Riß 1cm oder mehr als 7cm vom Calcaneus entfernt liegt.

Die Tabelle 22 gibt die Lokalisation der Achillessehnenruptur bei 47 eigenen offenen und geschlossenen Verletzungen an.

OFFENE ACHILLESSEHNENRISSE

CALCANEUS-ABRISS	RISS IM REIN SEHNIGEN TEIL			MUSKELAUSSRISS
	1 cm über	2-6 cm über dem Ansatz	über 7 cm	
0	0	11	0	0

GESCHLOSSENE ACHILLESSEHNENRISSE

Durch direktes Trauma entstanden					Durch indirektes Trauma entstanden (Spontanruptur)				
Calcaneus- abriss	1 cm vom Ansatz entfernt	2-6 cm	über 7 cm	Muskel- austriss	Calcaneus- abriss	1 cm vom Ansatz entfernt	2-6 cm	über 7 cm	Muskel- austriss
1	0	7	0	0	1	1	22	2	2

Tabelle 21: Lokalisation der Rissstelle bei den eigenen, offenen und geschlossenen Achillessehnenrupturen.

Die 11 offenen Achillessehnenrisse lagen alle im rein sehnigen Anteil etwa 2-6cm oberhalb der Sehnenansatzstelle am Calcaneus. Die direkt-traumatischen subcutanen Sehnenabrissse lokalisierten sich wechsmal im rein sehnigen Anteil 2+6cm oberhalb des Calcaneus-oberrandes. Einmal lag die Abrißstelle am Fersenbein. Der tuber calcanei war aus dem Fersenbein ausgesprengt und hing proximal disloziert an der unversehrten Sehne.

Die indirekt-traumatischen Achillessehnenrupturen lagen einmal am Fersenbein, zweimal am Sehnen-Muskel- Übergang, einmal in einer Entfernung von 1cm und zweimal in einer Entfernung von mehr als 7cm von der Ansatzstelle am Calcaneus. Die verbleibenden 22 Fälle zeigten eine Lokalisation des Risses im rein sehnigen Anteil.

XI. Therapie :

Es gibt 2 Behandlungsmöglichkeiten für eine Achillessehnedurchtrennung: die konservative und die operative Therapie. Früher wurden beinahe alle Achillessehnedurchtrennungen konservativ behandelt. Die Meinungen, welche der beiden Methoden bessere Ergebnisse brachte, waren lange Zeit geteilt. 1929 konnten *Quenu & Stolic* eindeutig zeigen, daß die operative Therapie der konservativen weit überlegen ist.

Die konservative Therapie :

Witt betont grundsätzlich, daß eine geringe Anzahl von Achillessehnenrupturen ohne oder durch eine konservative Behandlung folgenlos ausheilen kann. Diese Ausheilung hängt jedoch von folgenden Faktoren ab :

1. von konstitutionellen Momenten,
2. der Scheidenlosigkeit der Sehne,
3. der Größe der Dehiscenz und
4. einer sekundären Entzündung.

Landouis, *Hinz*, *Schwarz*, *Aimes*, *Martel* und *Seiffert* empfehlen die konservative Behandlung für alle totalen, besonders aber für die pathologischen Achillessehnenrupturen.

Mayer glaubt, daß die Sehnennaht infolge einer Überbewertung der Lues und der Stoffwechselstörungen in ätiologischer Hinsicht lange Zeit umstritten war. Die "tennis-leg" oder "calf-sprain"-Verletzung der Engländer kann natürlich mit gutem Erfolg konservativ behandelt werden. Es handelt sich hier aber um partielle Einrisse der medialen Gastrocnemiuskopfmuskulatur und nicht um Achillessehnenabriss.

Die konservative Therapie erfordert eine lange, 8-10 Wochen dauernde Ruhigstellung des verletzten Beines durch einen Gipsverband in Spitzfußstellung. Die anschließende, monatelange Übungsbehandlung besteht aus einer Wärmerherapie, aus Solux- und Kurzwellenbestrahlungen, Unterwasser- und Heißluftmassagen und Bewegungsübungen. Außerdem müssen feuchte, kalte oder heiße Umschläge, Lehmpackungen, Jod- und Ichtholsalbineinreibungen verordnet werden. Das Tragen von Bandagen, mit Heftpflastern fixierten Stahlschienen und Zinkleimverbänden, das aus Sicherheitsgründen empfohlen wird, wird allgemein von den Patienten als lästig empfunden.

Folgen der konservativen Therapie :

1. Verwachsungen mit dem Unterhautfettgewebe, der Gelenkkapsel und der hinteren Tibiafläche. Beeinträchtigung des Sehnengleitens.

2. Keine vollkommene anatomische und funktionelle Wiederherstellung infolge Sehnenverlängerung.
3. Verlust der maximalen Kraftentwicklung bei Kontraktion des m. triceps.
4. Atrophie des Muskels.
5. Leichte Hakenfußstellung; keine Abrollmöglichkeit des Fußes am Boden; Hinken.
6. Zehenspitzstand nicht ausführbar.

Die einzige Indikation zur konservativen Therapie ist allein bei den partiellen, subcutanen Achillessehnenrupturen gegeben, besonders dann, wenn alte und schwerkranke Menschen betroffen sind. G r a s s h e i m, L a n g e und W i t t empfehlen eine Gipsimmobilisation in Beugehaltung des Kniegelenkes und Plantarflexion des Fußes bis zu 6 Wochen. H o h m a n n und amerikanische Autoren plädieren aber in letzter Zeit dafür, daß auch die partielle Achillessehnenruptur operativ angegangen werden soll, da jugendliche, sporttreibende Patienten noch lange Zeit nach der konservativen Therapie über Schmerzen und Funktionsuntüchtigkeit klagen.

Die Spätergebnisse konservativ behandelter Achillessehnenrupturen sprechen eine deutlich Sprache :

VERFASSER:	E R G E B N I S :					ANZAHL der FÄLLE :
	ausgezeichnet	gut	befriedigend	ausreichend	schlecht	
Quenü & Stoianovitch	-	6	-	5	9	20
Schwarz, Almes Seiffert	5	-	-	-	-	5
Toygar	-	3	-	-	8	11
Arner & Lindholm	-	1	-	-	5	6
Kager	-	5	3	-	30	38
Gebhardt	-	-	-	-	40	40
Koib & Salem Mayr, Jakobs	-	1	-	1	3	5
Gesamt	5	16	3	6	95	125

Tabelle : 22a: Spätergebnisse konservativ behandelter Achillessehnenrupturen nach Angaben verschiedener Autoren.

Diese Ergebnisse fordern die operative Therapie der subcutanen Achillessehnenruptur. Auch wenn es den Anschein hat, daß sie nicht unbedingt erforderlich ist, so ist sie keineswegs dadurch kontraindiziert. Wir müssen uns der Meinung von Q u e n ü und S t o i a -

n o v i t c h anschließen, die folgende Erfahrungen machten:
" Wenn man die Gleichmäßigkeit der Resultate, die Qualität und die Schnelligkeit der Heilung betrachtet, ist es unleugbar, daß die operative Methode der konservativen weit überlegen ist."
Für alle partiellen und totalen, offenen und geschlossenen Achillessehnenrupturen ist die operative Therapie die Methode der Wahl.

Die operative Therapie:

Die Indikation zur Operation gibt der klinische Untersuchungsbefund. Bei günstigen Verhältnissen soll die Fröhnahrt innerhalb der ersten sechs Wochen durchgeführt werden. Für die offenen, stark verschmutzten Achillessehnenverletzungen, bei denen infolge der Gefahr einer bakteriellen Infizierung die Wundabheilung abgewartet werden muß, empfiehlt sich die Spätnahrt.

Die Gegenindikationen für die Fröhnahrt sind:

- a. eine zu späte Wundversorgung bei offenen Achillessehnenverletzungen;
- b. die Unmöglichkeit eines sicheren primären Wundverschlusses;
- c. andere schwere Erkrankungen oder eine infektionsgefährdete Berufstätigkeit des Patienten bei offener Verletzung;
- d. der behandelnde Arzt: nur ein Vollchirurg in einem Krankenhaus soll eine rupturierte Achillessehne nähen.

Die Kontraindikationen für die Spätnahrt ergeben jedoch folgende Tatsachen:

- a. die Muskelschrumpfung: Oft können infolge dieser die Sehnenstümpfe nicht mehr adaptiert werden, und somit wird eine plastische Deckung des Defektes notwendig.
- b. die Inaktivitätsatrophie der Wadenmuskulatur: Sie wird umso stärker sein, je länger der Sehnenmuskelapparat unter pathologischen Spannungsverhältnissen gestanden hat.

Die Sehnennaht muß folgende Bedingungen erfüllen:

- a. Sie muß eine feste Vereinigung der Sehnenstümpfe schaffen.
- b. Sie darf trotz fester Vereinigung keine Nekrotisierung des Sehnengewebes herbeiführen.
- c. Das Nahtmaterial darf keine Verwachsungen verursachen.
- d. Die Fadenführung muß die Adaptationsstelle entlasten.
- e. Die Naht muß eine frühzeitige Beweglichkeit des Fußes erlauben.

Eine große Anzahl von Nahttechniken stehen zur Wiedervereinigung der Sehnenstümpfe zur Verfügung. Die einzelnen Chirurgen sahen sich durch die besondere anatomische Struktur des Sehnengewebes, durch die nach der Naht auftretenden Komplikationen und aus nutritiven

und statischen Überlegungen heraus immer wieder veranlaßt, neue und verbesserte Methoden zu entwickeln. Es würde zu weit führen alle bisher beschriebenen Nahttechniken in dieser Arbeit darzulegen. Man kann aber vier Haupttypen der Nahttechniken unterscheiden. Eine Skizze soll jeweils eine der Nahttechniken eines Haupttyps demonstrieren.

1. Der ersten Gruppe gehören die in Längsrichtung verlaufenden Sehnennähte ohne oder mit Umschlingung der Sehnenbündel an (Wilms & Sievers, Rotter, Nicoladoni, F. Lange, v. Frisch u. a. m.).

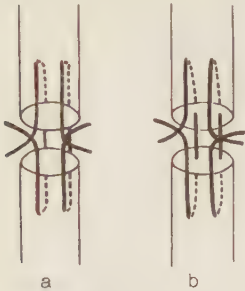


Abb 29a: Doppelte Knopfnäht zwischen zwei Sehnenstümpfen, welche außerhalb der Sehne gelegt wird.
b: Doppelte Knopfnäht zwischen zwei Sehnenstümpfen, welche die Schnittfläche passiert.



Abb. 29c: Vierfache randständige Sehnennäht nach ROTTER.

2. Die zweite Gruppe umfaßt die in querrer Richtung verlaufenden Sehnennähte ohne oder mit Umschlingung der Sehnenfaserbündel (Haegler, Baetzner, Woelffler, Truka, Mueller, A. Mason u. a. m.).

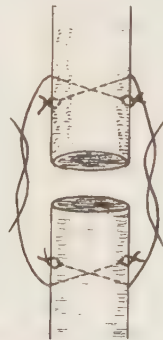


Abb. 30:

Sehnennäht nach M.L.
MASON und S.H. ALLEN.

3. Längs- und querverlaufende Nähte schließt die dritte Gruppe ein (Malewitsch, Friedrich, Hans, Lier, Schwarz u. a. m.).

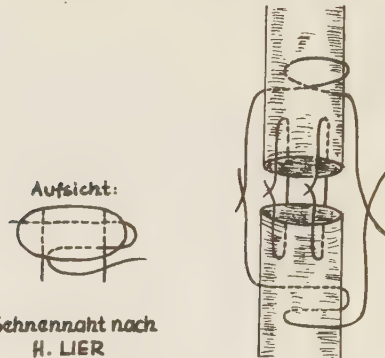


Abb. 31:

4. Die vierte Gruppe erfaßt die schräg zum Faserverlauf gerichteten Sehnennähte (L. Dreyer, Cuneo, Bunnell, u. a. m.).

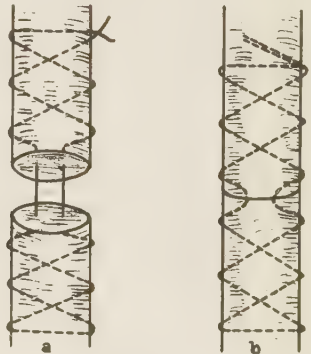


Abb. 32a: Naht nach st. BUNNELL.
Die Durchflechtungsnaht ist mit
zwei geraden Nadeln an jedem
Ende des Stahldrahtes gelegt.
b: Die Enden sind geknotet und
in die Sehne versenkt.

Die Durchflechtungsnaht nach Bunnell wird mit zwei geraden Nadeln, die Stahldraht als Nahtmaterial führen, an beiden Sehnenstümpfen gelegt. Man geht am Sehnenrande des proximalen Sehnenstumpfes ein, durchsticht diesen in querrer Richtung bis zum anderen Rande und von da z-förmig schräg nach unten. Dann wird der distale Sehnenstumpf durch eine Spitzfußstellung dem proximalen genähert und die Durchflechtung desselben in umgekehrter Weise durchgeführt. Diese Durchflechtung wird nochmals in umgekehrter Richtung zuerst am distalen und dann am proximalen Sehnenstumpf vorgenommen. Die Verknüpfung des Drahtes erfolgt unter leichter Spannung. Jeder

Sehnenstumpf ist dann in Form einer eineinhalbfachen Acht durchflochten.

Diese Nahttechniken erlauben eine Wiedervereinigung der Sehnenstümpfe bei kleineren und mittleren Dehiscenzen. Ist die Diastase der beiden Sehnenstümpfe sehr groß, dann wird man eine End-zu-End-naht nicht erreichen können. Man wird zu einem Sehnenersatz greifen müssen. Dazu sind verschiedene plastische Wiederherstellungsmethoden entwickelt worden.

1. Die Autoplastik.

Der Sehnenersatz besteht aus körpereigenem Gewebe. Die autochthone Sehne und das mitverpflanzte Peritenoneum bildet eine ersatzfähige Sehne. Teile des Transplantates können, wenn sie nicht genügend mit Blut versorgt werden, nach Untersuchungen von K i r s c h n e r , J o s s e n , B a r t e l s und S c h w a r z zugrunde gehen. Diese plastische Wiederherstellungsmethode hat die besten Ergebnisse erbracht.

Als Beispiele seien die Transplantation der Fascia lata nach K i r s c h n e r und die Plastiken aus dem Sehnen Spiegel des Gastrocnemius genannt.

2. Die Homoioplastik.

G l u c k , E. R e h n , L e w i s & H a w i s , J ö r g e n , J e s s e n und B a r t e l s haben anhand von Tierexperimenten zeigen können, daß Sehnen anderer Individuen der gleichen Art einheilen können. Das Transplantat erfährt eine Umwandlung in ein narbenähnliches Sehnenersatzgewebe.

3. Die Alloplastik.

Nicht körpereigenes Material überbrückt hierbei als Ersatz den Sehnendefekt. 1875 versuchte A n g e r die erste alloplastische Sehnendefektsdeckung mit Silberdraht. G l u c k baute das Verfahren mit Seiden- und Catgutfäden als Defektersatz aus. L a n g e beobachtete, daß die seidene Sehne zunächst von jungem Bindegewebe umwachsen wird. Dieses Bindegewebe nimmt allmählich ein sehnenartiges Aussehen an. Es kommt zu einer bindegewebigen Substitution und nicht zu einer sehnigen Regeneration.

4. Die Sehnenverlängerungsplastik.

Es ist eine autoplastische Wiederherstellungsmethode. Das Gewebe ist Achillessehngewebe aus dem proximalen oder distalen Sehnenstumpf bzw. aus beiden Stümpfen. Auch hier würde es zu weit führen alle bisher entwickelten Methoden zu beschreiben.

Die Technik, die S i l f v e r s k i ö l d , K a g e r und W e i s b a c h anwenden, besteht darin, daß ein aus dem proximalen Sehnenstumpf gebildeter Lappen nach distal geschlagen und mit dem distalen Sehnenstumpf vernäht wird. Dieser Lappen überbrückt den Defekt. Beide Techniken sind in den nachfolgenden Abbildungen demonstriert.

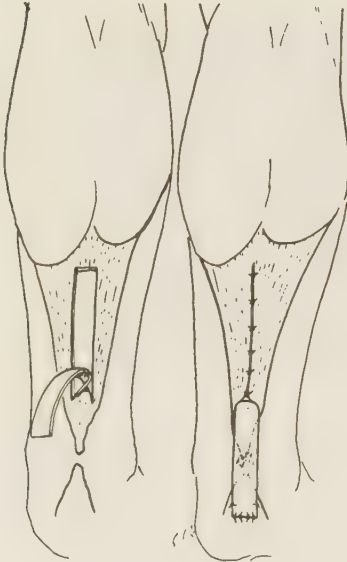


Abb. 33: Plastik einer rupturierten Achillessehne mit einem herabgezogenen Sehnenstreifen aus dem Gastrocnemiuspiegel (SILFVERSKIÖLD).



Abb. 34: Plastik für veraltete Achillessehnenrupturen. (WEISBACH und KAGER).

C h r i s t e n s e n und G e b h a r d t verwenden die gleiche Technik, nur verbinden sie sie noch mit einer alloplastischen Seidensehnnennaht. Die Technik demonstriert Abbildung 35 .

T o y f a r erreicht dadurch die Defektdeckung, daß er sowohl aus dem proximalen wie aus dem distalen Sehnenstumpf am jeweils gegenüberliegenden Sehnenrande je einen Streifen bildet und diesen, nach oben oder unten schlagend, mit dem einen oder anderen Stumpf vernäht. (Abbildung 36).

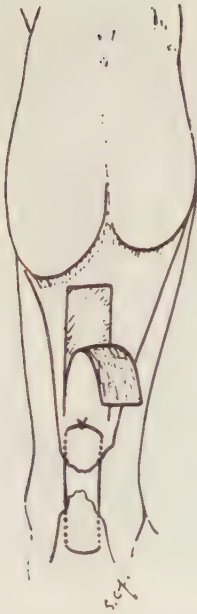


Abb. 35: Naht und Plastik einer rupturierten Achillessehne mit einem Streifen aus dem Sehnen Spiegel des Gastrocnemius. (CHRISTENSEN und GEBHARDT).

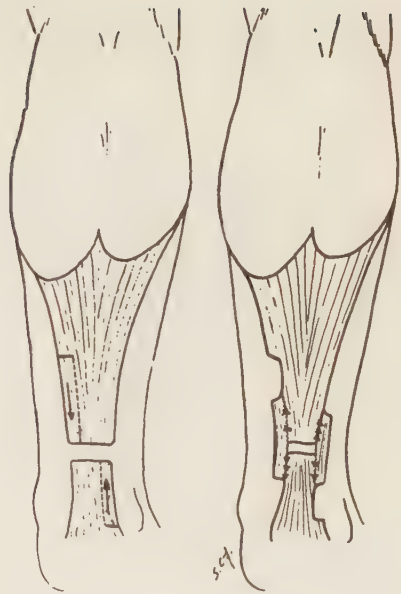


Abb. 36: Plastik nach TOYGAR .

Die heute meistverwandten und erfolgssichersten Methoden der plastischen Wiederherstellung einer rupturierten Achillessehne, die Methoden von L i n d h o l m bzw. S t r e l l i, möchte ich kurz beschreiben.

Die Methode nach L i n d h o l m :

Das Verfahren besteht darin, daß medial und lateral je ein Lappen (1cm breit und 8cm lang) aus dem proximalen Sehnenstumpf gebildet wird. Dadurch werden die Gefäße, die in der Sehnenmitte verlaufen, nicht geschädigt. Diese Lappen stehen etwa 3 bis 4cm oberhalb der Rißstelle mit der Sehne in Verbindung. Die Lappen werden nach unten geschlagen und mit dem peripheren Sehnenstumpf und miteinander vernäht. Sie überdecken dann den Defekt und gewähren beinahe normale anatomische Verhältnisse.

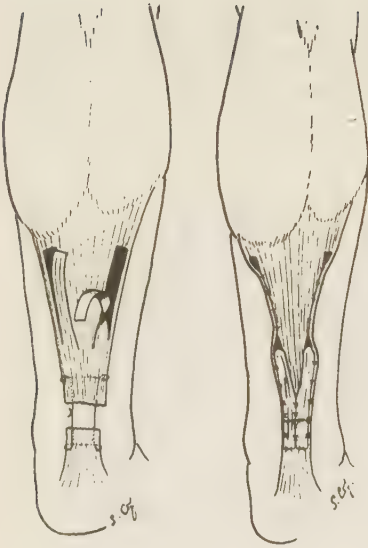


Abb. 37: Naht und Plastik einer rupturierten Achillessehne mit zwei herabgezogenen Sehnenstreifen. Auf der linken Abbildung ist die Naht noch nicht geknüpft.



Abb. 38: Zwei Sehnenstreifen sind aus dem Gastrocnemius-spiegel gebildet worden. Die Defekte in der Aponeurose werden vernäht.



Abb. 39: Die plastische Wiederherstellung ist vollendet. (links).

Die Methode nach S t r e l i : Hierbei wird die Plantarissehne zur Sehnenverbindung verwendet. Unter der Belastung des Ursprunges der Sehne wird diese durch zwei zusätzliche Längsincisionen dargestellt und am Ansatz durchtrennt. Dann wird sie in den proximalen Sehnenstumpf achterförmig eingeflochten und zum distalen Stumpf geführt. Der distale Stumpf wird durchschlungen. Schließlich wird sie am proximalen Stumpf u-förmig verankert

und danach wieder in den peripheren Stumpf eingeführt. Das Ende wird dorsal am distalen Stumpf herausgeleitet, fächerförmig ausgebreitet und mit fünf Nähten aus extra feinem Supramid verankert. Die Sehnenstümpfe werden mit Einzelknopfnähten weitgehendst adaptiert.

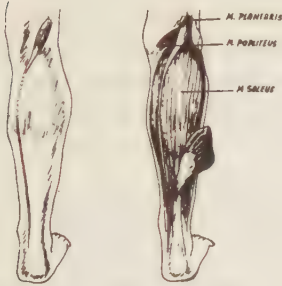


Abb. 40: Anatomie der Plantarissehne.



Abb. 41: Achillessehnenplastik mit der Plantarissehne nach STRELI.

Therapeutische Besonderheiten fordern der Calcaneusabriß und der Muskelausriß.

Beim Calcaneusabriß erstrebt A r n e t h dadurch eine Wiederherstellung, daß er bei stärkster Spitzfußstellung die knöcherne Sehnenansatzstelle reponiert und sie mit zwei Nägel in ihrer normalen Stelle am Fersenbein fixiert. Die callöse Verbindung des Bruchstückes mit dem Fersenbein erfolgt nach Ruhigstellung in einem Unterschenkelgipsverband in Spitzfußstellung ungestört. Nach vier Wochen werden die Nägel entfernt. Damit wird der Fremdkörperreiz beseitigt, und die meist mäßige Sekretion der Wunde hört auf. J a k o b s verwendet bei gleicher Technik eine Knochenschraube. Nach zwei Monaten ist eine feste Verbindung röntgenologisch feststellbar. S c h n a b e r t h erzielte den gleichen Effekt mit Periostnähten aus starker Turnerseide.

Die Naht eines Muskelausrisses bereitet dagegen infolge der leichten Ausrißmöglichkeit des Nahtmaterials aus dem Muskelgewebe immer Schwierigkeiten. Doch wird auch hier eine gute Durchflechtungsnaht, die mit zahlreichen Adaptationsknopfnähten reichlich zu sichern ist, ausreichen.

Die plastischen Wiederherstellungsmethoden nach L i n d h o l m und S t r e l i brachten zusammen mit der Griffelschachteltechnik nach M. L a n g e und der Soleusplastik nach J. S c h n e i d e r die besten Spätergebnisse. Die Vorteile dieser Techniken sind folgende:

1. Man braucht kein zweites Operationsfeld.
2. Die verlängerten Sehnenteile werden nicht abgestoßen, da sie ihre Ernährung aus der Sehne erhalten.
3. Es entstehen viel geringere Verwachsungen.
4. Es bilden sich selten Fadenfisteln.

Operative Technik :

So verschieden die Wiedervereinigungsmethoden durch die zahlreichen Naht- und Plastikmodifikationen sind, so verschieden sind auch die angewandten Operationstechniken.

Anästhesie : 1. Allgemeinnarkose,
2. Spinalanästhesie (A r n e r & L i n d h o l m),
3. Lokalanästhesie (K a g e r , M a y r , T o y g a r).

Hautschnitt : Der Patient befindet sich in Bauch- oder Seitenlage. Eine pneumatische Blutleere sorgt für ein übersichtliches Operationsfeld.

Schnittführung : 1. der mediale Hautlängsschnitt (C h r i s t e n - s e n , Q u i g l e y , M a y r),
2. der laterale, leicht bogenförmige Hautschnitt (S c h ö n b a u e r , A r n e r & L i n d h o l m)
3. der mediane Hautschnitt.

Der Hautschnitt soll aus kosmetischen Gründen möglichst kurz gehalten werden. Er ist in der Regel 10-15cm lang.

Nahtmaterial : 1. Seide, 2. Catgut (P l a t t), 3. Nylon (v. R e d - w i t z), 4. Draht (P r a t t , B u n n e l l), 5. Supramid, 6. Fascia lata, 7. Gastrocnemiusfaszie, 8. Gestielte Sehnenstreifen aus einem der Achillessehnenstümpfe, 9. Plantarissehne.

Naht : 1. Freipräparation der Achillessehne,
2. Abschieben des peritendinösen Gewebes nach ventral, ohne es an der Vorderseite der Sehne abzulösen (Sehnenernährung),
3. Darstellen, Abtragen und Anfrischen der aufgefaserter Enden der Sehnenstümpfe,
4. Wiedervereinigung der Sehnenstümpfe in Spitzfußstellung und leichter Kniebeugung :
a. bei kleiner Dehiszenz nach einer der beschriebenen Nahttechniken,
b. bei großer Dehiszenz nach einer der beschriebenen Plastiken,

5. Nahtsicherung durch zusätzliche Einzelknopfnähte,
6. Schließen des peritendinösen Gewebes über der genähten Sehne unter Zuhilfenahme des umgebenden Fettgewebes,
7. Abnahme der Blutleere und sorgfältige Blutstillung,
8. Subcutannähte,
9. Hautnaht,
10. Bei stark verschmutzten offenen Achillessehnenverletzungen muß die Wundheilung abgewartet und die Naht sekundär durchgeführt werden,
11. Partielle, offene Achillessehnedurchtrennungen werden mit Adaptationsnähten beseitigt,
12. Postoperativ Penicillinschutz mit 10.000.000 E. pro die über 5-10 Tage.

Ruhigstellung: Postoperativ wird das verletzte Bein in einem Gips-
veroand immobilisiert. Nach Angaben in der Literatur empfiehlt sich
folgendes Schema:

- a. Für die ersten 2 Wochen wird ein Liegegips in einer leichten Knie-
beugstellung von 140-150 Grad und einer Spitzfußstellung des
Sprunggelenkes von 140 Grad angelegt. Dieser soll bis zur Mitte
des Oberschenkels reichen.
- b. Nach 10-14 Tagen wird der Oberschenkelgips durch einen Unterschen-
kelgips in verringerter Spitzfußstellung ersetzt. Dabei werden
die Hautnähte entfernt.
- c. Nach 3-4 Wochen wird ein Unterschenkelgips in normaler Fußstellung
angelegt oder bei gut sitzendem Unterschenkelgips an diesen ein
Gehabsatz angegipst. Erfolgte die Sehnennaht mit Drahtnähten, so
sind diese jetzt zu entfernen. Dieser Gehgips erlaubt einen ersten
Belastungsversuch des Beines. Dieser Gips soll noch weitere 2-3
Wochen getragen werden. Eine 6-10-wöchige Gipsimmobilisation reicht
im allgemeinen aus. Zur sicheren Vermeidung einer Reruptur wird
oft noch zusätzlich ein Zinkleimverband für 14 Tage angelegt.

Der Gips ist über dem Operationsfeld gut mit Schaumgummi zu polstern
und anfangs zu fenstern. Aus praktischen Gründen legen manche Chirur-
gen das Bein für die ersten 14 Tage in eine Gipsschale. Es kann eine
dorsale Unter- oder Oberschenkelgipsschale angelegt werden. Auch sie
muß den Fuß in einer Spitzfußstellung fixieren. Dadurch ist die Ope-
rationsnarbe leichter zugänglich. Der durchblutete Verband, der nach
dem 4.Tag entfernt werden soll, um der Gefahr eines bis auf die Seh-
ne gehenden Dekubitus zu entgehen, kann bequem durch einen neuen
ersetzt werden.

Während der absoluten Ruhigstellung müssen alle nicht fixierten Ge-

lenke aktiv in vollem Umfange bewegt werden, um Inaktivitätsatrophien der Muskulatur zu vermeiden und eine gute Durchblutung des fixierten Beines zu erreichen (B ö h l e r).

Zeitpunkt der Operation : Allgemein gilt für die offenen Achillessehnenverletzungen, daß die Wundversorgung und die Sehnennaht bei guten Wundverhältnissen innerhalb der 6-12 Stundengrenze vorgenommen werden soll. Ist die Verschmutzung stark und eine Infektionsgefahr groß, so ist zunächst die primäre Wundheilung abzuwarten und die Sehnennaht erst in zweiter Sitzung angezeigt.

Bei den subcutanen Achillessehnenrupturen bringt die Frühnaht ebenso bessere Ergebnisse als die Spätnaht. Die Frühnaht garantiert eine schnellere und vollkommene Heilung. B r a g a r d scheut sich nicht, die Operation sofort durchzuführen, während S c h ö n b a u e r erst die Schwellungszustände abklingen läßt. Widersprüchlich dazu fordert S c h ö n b a u e r aber die Probeexzision von Sehngewebe für die histologische Untersuchung innerhalb von 48 Stunden, da nur dann Zusammenhänge der Ruptur mit Vorschädigungen der Sehne erkannt werden können; diese sind für die Begutachtung von entscheidender Bedeutung. Die Tabelle 23 gibt den genauen Zeitpunkt der Operation nach den Angaben verschiedener Autoren an :

AUTOREN:	GESAMTZAHL der FÄLLE	ZEITPUNKT der OPERATION			
		innerhalb 24 Stden.	innerhalb 7 Tage	innerhalb 3 Wochen	nach 3 Wochen od. später
ARNER & LINDHOLM	86	13	49	6	18
COGNIAUX & WYBAUW	4	-	3	-	1
MAYR	37	25	9	1	2
JAKOBS	10	2	4	1	3
SCHÖNBAUER	36	2	8	6	20
HÖLLRIGL	6	-	1	-	5

Tabelle 23 : Zeitspanne zwischen Unfall und Operation nach Angaben verschiedener Autoren.

Die meisten subcutanen Achillessehnenrupturen kommen innerhalb der ersten 7 Tage zur Operation. Die 20 Spätversorgungen S c h ö n b a u e r ' s sind auf übersehene oder falsche Diagnostik zurückzuführen.

Nachbehandlung : Allgemein werden zur Nachbehandlung die aktive Wadenmuskelgymnastik mit Heißluft- und Unterwassermassagen empfohlen. Zum Selbstausgleich bieten sich passive und aktive Bewegungsübungen, allmählich gesteigerte Belastungsübungen, zielbewußte Gehschulung, Bäder, Schwimmen und Radfahren an. S c h ö n b a u e r und S c h n a b e r t h sehen das normale Gehen als die physiologischste, beste und billigste Nachbehandlung an. Sie lehnen Massagen und passive Bewegungsübungen, die Schmerzen bereiten, ab. „Der Schmerz bedingt eine Störung des Blutumlaufes und dadurch eine Schwellung, die das Einheilen des Nahtmaterials und die Regeneration verzögern.“

M a s o n , M i c h e a l & A l l e n haben zeigen können, daß eine funktionelle Nachbehandlung nicht vor der 3. Heilungsphase einsetzen darf. Während der beiden ersten Phasen bewirkt sie Verwachsungen und ein erneutes Auseinanderweichen der Sehnenenden. Mit passiven Bewegungsübungen soll deshalb nach 14-16 Tagen begonnen werden, denen nach 2 Wochen die aktiven Bewegungsübungen folgen sollen. Der richtigen Nachbehandlung ist die größte Sorgfalt zu widmen; denn sie ist ebenso wie die erfolgreich durchgeführte Sehnennaht von gleicher Bedeutung für das Spätergebnis.

Komplikationen : K o l b & S a l e m sahen bei den offenen Achillessehnenverletzungen eine relativ große Zahl von Heilungen per secundam. Sie führen 8 Fälle mit Wundstörungen an, die allerdings mit Ausnahme von 2 nicht in die Penicillin-Sulfonamid-Ära fallen. Bei den beiden Ausnahmefällen wurden die Antibiotika nicht prophylaktisch, sondern nach Auftreten der Entzündungserscheinungen gegeben. Besonders bedauernd war der Verlust eines Kindes 8 Tage nach der Verletzung, das infolge eines am 4. postoperativen Tage auftretenden Wundstarrkrampfes ad exitum gekommen war. 9 Fälle heilten per primam intentionem. T o y g a r sah bei den verschmutzten, offenen Achillessehnedurchtrennungen eine sekundäre Wundheilung, Hautnekrosen und Fadenfisteln.

Komplikationen bei den operativ behandelten, subcutanen Achillessehnenrissen entstehen durch Verwachsungen (P. P i t z e n & K. L i n d e m a n n). Leichte Verwachsungen können durch konservative Maßnahmen - Massage, Wärme, Einspritzen einer dünnen Novocainlösung und Übungen - beseitigt werden. Ausgedehnte Verwachsungen müssen operativ gelöst werden.

Ebenso häufig sind Fistelbildungen. K o l b & S a l e m berichten in 1 Fall von einer vorübergehenden Ligaturfistel, die jedoch das Ergebnis nicht beeinträchtigte. S c h ö n b a u e r sah bei 16 Patienten Fadenfisteln, die das funktionelle Ergebnis nicht beeinträchtigten. K a g e r stellte bei 4 Fällen eine harmlose, vorübergehende

de Fadenerweiterung durch Gipsdruck fest. Die abgestossenen Seidenfäden wurden später entfernt. Trotzdem blieb die wiederhergestellte Funktion erhalten, da sich die genähte Achillessehne bei guter Gleitfähigkeit bereits regeneriert hatte.

A r n e r & L i n d h o l m sahen als primäre, postoperative Komplikation in 2 Fällen eine Thrombose der unteren Extremität. Ein Patient starb dann 11 Tage nach der Operation an einer Lungenembolie. Bei drei Fällen kam eine Wundinfektion hinzu. Eine Hautnekrotisierung an verschiedenen Stellen über der Achillessehne trat bei 11 Fällen auf. Bei drei dieser Fälle mußte der Defekt durch eine Hauttransplantation gedeckt werden. Als sekundäre, postoperative Komplikationen sahen die Autoren eine Nahtlockerung bei 11 Fällen; diese war in 4 Fällen von einer hartnäckigen Fistelbildung begleitet. In anderen 10 Fällen trat die Fistelbildung einige Monate nach der Operation auf. Bei diesen Fällen wurde die Sehnennaht 6mal mit Seide, 2mal mit Draht, 1mal mit Catgut und 1mal mit der Plantarissehne durchgeführt. Es schien unwahrscheinlich, daß das Sehnennahtmaterial die Ursache der Fadenfistelbildung war. Die Fistelbildung schien eher von dem Material auszugehen, das zur Verstärkung der Sehnennaht, zur Fasziennaht oder zur Subcutisnaht verwendet worden war. M a y r sah bei 3 Patienten Nahtkomplikationen. Bei 2 Patienten traten Fadenfisteln auf, die jedoch nur vorübergehend bestanden und die Funktion nicht beeinträchtigten. Eine Dehiscenz der Hautnaht wurde bei einem Patienten nach Entfernen des Gipses festgestellt. Die Folge war eine breite Hautnarbe und Verwachsungen mit der Sehnennarbe. Ob eine Penicillinmedikation das Auftreten von Fadenfisteln verhindern kann, ist nicht mit Sicherheit zu behaupten; denn 2 mit Penicillin vorbehandelte Patienten von S c h ö n b a u e r bekamen trotzdem Fadenfisteln.

Gelegentlich treten auch Rupturen als postoperative Komplikationen auf. I. C h r i s t e n s e n berichtet über 2 Fälle, bei denen die Ruptur 4 Monate nach der ersten Operation erfolgte, und D a v i d s - s o n veröffentlichte 1 Fall, bei dem sich die Ruptur kurz nach Abnahme des Gipses - 4 Wochen nach der Operation - ereignete. Auch A r n e r & L i n d h o l m schildern 4 Rerupturen. Sie lagen 1 1/2 Monate bzw. 3 Monate nach der ersten Operation. Keiner der Autoren, die eine Zweitruptur der gleichen Achillessehne sahen, gab eine Erklärung für das Zustandekommen derselben.

Nachbehandlungsfolgen :

Nur wenige Autoren beschreiben Nachbehandlungsfolgen. Übereinstimmend wird berichtet, daß eine verfrühte Massagebehandlung eine bleibende Verdickung der Achillessehnengegend bewirkt. Die Folge ist nicht nur ein kosmetisch schlechtes Ergebnis, sondern alle Patienten klagen über Druckschmerzen beim Tragen von Schuhen.

Prognose :

Wird die Achillessehnenruptur nur konservativ behandelt, dann besteht eine schlechte Aussicht auf eine gute funktionelle Wiederherstellung, da die getrennten Sehnenstümpfe nicht oder mit einer Verlängerung der Sehne verwachsen.

Wird dagegen die Achillessehnenruptur operativ behandelt, dann bestehen gute Aussichten auf einen anatomisch wie funktionell ausgezeichneten Erfolg. Die Achillessehne verläuft scheidenlos in einem lockeren Bindegewebe, das eine gute Vorraussetzung und eine bessere Basis zur Narbenbildung bietet. Die totalen Achillessehnedurchtrennungen haben bessere Aussichten auf gute Ergebnisse als die partiellen Risse, weil man bei den partiellen Rupturen allzu leicht die konservative Therapie anwendet. Aber auch hier wird man mit der operativen Sehnenvereinigung gute Erfolge erzielen.

Ergebnisse der operativen Behandlung nach Angaben verschiedener Autoren in der Literatur :

Die einzelnen Autoren gehen in ihren Berichten größtenteils nicht bis ins Detail. Meistens wird nur das Ergebnis angeführt, ohne daß genaue Angaben der Beurteilungsmethodik beschrieben werden.

Ihre Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 24 zusammengefaßt :

VERFASSER :	E R G E B N I S :					ANZAHL der FÄLLE :
	ausgezeichnet	gut	befriedigend	ausreichend	schlecht	
Frings	-	-	-	1	-	1
Kolb & Salem	6	2	7	1	-	16
Toygar	10	26	-	-	-	36
Gesamt :	16	28	7	2	-	53

Tabelle 24: Spätergebnisse operativ behandelter, offener Achillessehnenrupturen nach Angaben verschiedener Autoren.

T o y g a r veröffentlichte 36 offene Achillessehnenverletzungen. Die Therapie bestand aus einer einfachen Schnennahrt bei günstigen und aus einer plastischen Wiederherstellung bei ungünstigen Wundverhältnissen. Die Ergebnisse werden leider nicht detailliert mitgeteilt. Der Verfasser stellte in allen Fällen nur geringste Beschwerden bei voller Arbeits- und Sportfähigkeit fest und bezeichnet die funktionelle und anatomische Wiederherstellung als ausgezeichnet. Interessant ist die durchschnittliche Behandlungsdauer im Krankenhaus und in der Ambulanz, die aus Tabelle 25 hervorgeht :

	KRANKENHAUS	AMBULANZ	INSGESAMT
VOLLKOMMENE DURCHTRENNUNG	25	56	81
$\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{2}$ DURCHTRENNUNG	13	27	40
TEILWEISE oder OBERFLÄCHLICHE DURCHTRENNUNG	21	62	83

Tabelle 25 : Durchschnittliche Behandlungsdauer (in Tagen).

Wie aus der Tabelle hervorgeht, nimmt die teilweise oder oberflächliche Verletzung der Achillessehne beinahe eine ebenso lange Behandlungsdauer in Anspruch wie die vollkommene Durchtrennung der Sehne. Dies ist auf die Beschaffenheit der Wunde, die meist eine starke Verschmutzung und ausgiebige Quetschung zeigt, zurückzuführen. Dagegen ist die Behandlungsdauer sauberer Wunden durchschnittlich halb so lang. Die Verletzung ist aber keineswegs eine leichte. Bis zur Wiederaufnahme der gewohnten Arbeit vergehen 1 bis 3 Monate. Die Prognose ist auf die Dauer sehr gut. Einige Patienten klagten längere Zeit über ein Spannungsgefühl im Bereich der Achillessehne, das sich aber im Laufe der Zeit vollkommen gab.

Auch bei den subcutanen Achillessehnenrupturen liegen nur wenige Spätergebnisse mit genauen Angaben über die Einzelheiten der Nachuntersuchung vor. Umso zahlreicher sind die Endergebnisse angegeben worden. Man entnehme sie der Tabelle 26.

VERFASSER:	E R G E B N I S :					ANZAHL der FÄLLE:
	ausgezeichnet	gut	befriedigend	ausreichend	schlecht	
Quenü & Stoianovitch	—	28	—	—	1	29
Platt	11	—	—	—	—	11
Silfverskiöld	7	—	—	—	—	7
Toygar	5	4	—	1	—	10
Tobin	3	4	—	—	—	7
Lawrence, Cave & O'Connor	13	10	—	—	—	23
J. Christensen	—	—	25	—	—	25
Kager	15	19	—	—	—	34
Gebhardt	—	14	—	—	—	14
Schnaberth	—	13	—	—	—	13
Lauenstein, Ameth, Klinger, Sandfuhr	4	2	—	—	—	6
Kirbach	—	3	—	—	—	3
Cogniaux & Wybauw	3	—	1	—	—	4
Schönbauer	20	—	—	—	—	20
Höllrigl	3	3	—	—	—	6
Mangini	—	—	7	—	—	7
Glogowski	—	63	—	—	—	63
Frings	—	88	—	—	—	88
Davidson	8	11	8	—	4	31
Kolb & Salem	10	8	—	—	—	18
Mayr	16	4	2	—	2	24
Jakobs	5	2	1	—	—	8
Schönbauer	19	17	—	—	—	36
Gesamt:	142	293	44	1	7	487

Tabelle : 26: Spätergebnisse operativ behandelter, geschlossener Achillessehnenrupturen
nach Angaben verschiedener Autoren.

Die eindruckvollste, detaillierteste und genaueste Schilderung über die Ergebnisse der Nachuntersuchung geben A r n e r , L i n d - h o l m . Sie geben eine genaue Analyse über die Klassifizierung der Ergebnisse. Nach dieser Methode wurden auch die eigenen Nachuntersuchungsergebnisse eingestuft. Deshalb verweise ich hier auf die Ausführungen im Kapitel XII. Hier seien nur die Spätergebnisse der Verfasser angeführt.

A r n e r & L i n d h o l m versorgten 86 rupturierte Achillessehnen operativ. Bei 20 Verletzten wurde eine End-zu-Endnaht, bei 25 eine plastische Wiederherstellung mit einem herabgezogenen Streifen aus der Gastrocnemiusaponeurose, bei 11 eine Plastik mit zwei gestielten Gastrocnemiusstreifen und bei 30 eine Plastik mit einem herabgeschlagenen Sehnenlappen vorgenommen. Das Ergebnis zeigt die Tabelle.

	E R G E B N I S		
	ausgezeichnet	gut	schlecht
ZAHl der FÄLLE	36 (29 ♂ ; 7 ♀)	43 (37 ♂ ; 6 ♀)	3 ¹⁾ (3 ♂)

- 1)- Patient mit zweimaliger Reruptur
 Patient mit Reruptur ohne nochmalige Operation.
 Patient wegen Rentenentzug nicht mit dem Ergebnis zufrieden.

Tabelle 27 : Ergebnisse .

Eine Analyse der Ergebnisse in bezug auf die Zeit, die bis zur Operation verging, ergibt, daß die Erfolge umso besser sind, je früher die Operation vorgenommen wird. Deshalb empfehlen die Autoren die Frühaht.

ZEIT der OPERATION	E R G E B N I S (F ä l l e)			Jnsgesamt
	ausgezeichnet	gut	schlecht	
Innerhalb von 24 Stunden	8	4	1	13
Innerhalb von 8 Tagen	21	23	-	44
Innerhalb von 3 Wochen	3	2	-	5
3 Wochen od. später	3	13	-	16
Jnsgesamt	35	42	1	78

Tabelle 28 : Ergebnisse in bezug auf die Operationszeit .

Weniger Aufschluß ergab ein Vergleich der verschiedenen Operationsmethoden in bezug auf die Ergebnisse. Vielleicht kann man sagen, daß die Methode der plastischen Deckung des Defektes mit zwei gestielten Lappen aus der Gastrocnemiusaponeurose die beste Aussicht auf einen ausgezeichneten Erfolg verspricht. Dies zeigt auch ein anderer Bericht von **A r n e r & L i n d h o l m**. Darin wird über 20 Achillessehnenrupturen berichtet, die alle mit dieser Operationsmethode versorgt wurden; das Endergebnis war 16 mal ausgezeichnet und 3 mal gut. Nur ein Patient hatte leichte Verwachsungen der Haut mit der Sehne. Die übrigen Wiederherstellungstechniken halten sich nahezu das Gleichgewicht.

OPERATIONS - TECHNIK	ERGEBNIS (Fälle)			Insgesamt
	ausgezeichnet	gut	schlecht	
Einfache Naht	8	11	1	20
Plastik mit gedrehten und herabgeklappten Streifen	9	12	-	21
Plastik mit einem herabgeklappten Streifen	11	15	-	26
Plastik mit zwei herabgeklappten Streifen	7	4	-	11
Insgesamt	35	42	1	78

Tabelle 29: Ergebnisse in bezug auf die Operationstechnik.

Verwachsungen der Operationsnarbe mit den darunterliegenden Geweben wurden bei der ersten Technik 5 mal, bei der zweiten 7 mal, bei der dritten 11 mal und bei der vierten in keinem Fall festgestellt.

39 mal wurde der Hautschnitt an der medialen Seite der Achillessehne angelegt. Bei drei Patienten traten Sensibilitätsstörungen auf. Von 53 Patienten, bei denen der laterale Hautschnitt angelegt wurde, klagten 10 über Empfindungsstörungen. Von 8 Patienten, bei denen ein Medianschnitt ausgeführt wurde, hatten 3 Sensibilitätsstörungen. Diese Angaben sprechen für den medialen Hautschnitt; jedoch sind die Empfindungsstörungen meist minimal, so daß keine eindeutige Aussage über eine zubevorzugende Schnittführung gemacht werden kann.

Bei 81 Fällen mußten die Autoren eine Verbreiterung der Sehne feststellen. Die Zunahme der Sehnenbreite beträgt in den meisten Fällen 0,5 - 1 cm, bei einigen aber über 2cm. Diese Verbreiterung

der Achillessehne war auch bei Frauen nicht als kosmetischer Mißerfolg zu werten. Eine Möglichkeit zur Vermeidung dieser Sehnenverbreiterung sehen die Autoren nicht.

BREITE der SEHNE im Vergleich zur GESUNDEN SEHNE	ZAHL der FÄLLE
Bräuer	81
Gleich breit	2
Schmäler	3

Tabelle 30: Breitenverhältnisse der rupturierten Sehne.

Bei 8 Patienten stellten die Autoren einen abgeschwächten oder fehlenden Achillessehnenreflex fest.

Das Ergebnis bei zwei Rerupturen, die ein zweites Mal operiert wurden, war einmal ausgezeichnet und einmal gut. Die Verfasser sind der Meinung, daß für

eine Reruptur die einfache Sehnennaht die beste Behandlungsmethode ist.

Die Durchschnittszeit, die vom Operationstag bis zum Nachuntersuchungstermin verging, beträgt 6-8 Jahre. Einzelheiten entnehme man der Tabelle.

ZEITSPANNE	PATIENTENZAHL
6-12 Monate	17
1-5 Jahre	21
5-10 Jahre	24
10-17½ Jahre	26
Gesamt	88

Tabelle 31: Zeit von der Operation bis zur Nachuntersuchung.

Diese hervorragenden Spätergebnisse der operativen Behandlung rupturierter Achillessehnen in der Weltliteratur zeigen eindeutig, daß nur die Operation die Methode der Wahl sein kann. Sie führt im allgemeinen zur vollkommenen funktionellen und anatomischen Wiederherstellung. Dennoch erlauben die Ergebnisse keine Aussage über eine zubevorzugende Operationsmethode. Die frühzeitige Versorgung wird aber immer bessere Ergebnisse erbringen als die Spätversorgung.

XII. Kritische Auswertung der eigenen Fälle.

1.) Therapie der offenen Achillessehnedurchtrennungen:

Fall 1 : O., H., Lagerarbeiterin, 27 Jahre.

Unfalltag: 26.9.1949

Verletzungsart: Glasplattenverletzung, Betriebsunfall.

Klinische Diagnose: Querriß der rechten Achillessehne, knapp über der Ansatzstelle am tuber calcanei.

Operationstag: 26.9.1949

Nahttechnik: Einfache Sehnennaht.

Verlauf: Kompliziert sich durch Ausbildung einer Fadenfisteleiterung.

Komplikation: Fadenfistel, Revision derselben. Penicillinmedikation über 6 Monate.

Nachbehandlung: Passive und aktive Bewegungsübungen. Wadenmuskelmassagen.

Fall 2 : K., M., Kassierererin, 41 Jahre.

Unfalltag: 28.11.1956

Verletzungsart: Backblechverletzung, Betriebsunfall

Klinische Diagnose: Schnittwunde mit Schrägdurchtrennung der linken Achillessehne.

Operationstag: 28.11.1956

Nahttechnik: Einfache Sehnennaht.

Verlauf: Bei Penicillinschutztherapie komplikationslos.

Nachbehandlung: Massagen der Wadenmuskulatur.

Fall 3 : L., W., Kaufm. Angestellte, 34 Jahre.

Unfalltag: 26.4.1958

Verletzungsart: Riß - Schnitt - Verletzung.

Klinische Diagnose: Partielle Achillessehnedurchtrennung rechts.

Operationstag: 26.4.1958
Nahttechnik: Einfache Sehnennaht.
Verlauf: Komplikationslos.
Nachbehandlung: Keine.

Fall 4 : R., M., Tänzerin, 22 Jahre.

Unfalltag: 20.1.1959
Verletzungsart: Glasschnittverletzung, Betriebsunfall.
Klinische Diagnose: 2/3-Durchtrennung der rechten Achillessehne, knapp proximal über ihrem Ansatz am Calcaneus.
Operationstag: 20.1.1959 : Wundversorgung.
9.2.1959 : Achillessehnennaht.
Nahttechnik: Umkehrplastik mit einem aponeurotischen, herabklappbaren Lappen aus dem proximalen Sehnenstumpf, Einzelnähte zur Sicherung der Nahtstelle.
Verlauf: Bei Supracillinschutz komplikationslos.
Nachbehandlung: Medico - mechanische Therapie.

Fall 5 : W., K., Schüler, 14 Jahre.

Unfalltag: 5.9.1959
Verletzungsart: Riß - Schnitt - Verletzung.
Klinische Diagnose: Offene, totale Achillessehnen-durchtrennung rechts.
Operationstag: 5.9.1959
Nahttechnik: Einfache Sehnennaht und Umscheidung derselben mit der herabgeschlagenen Gastrocnemiusmuskelfascie.
Verlauf: Durch nekrotisierende Hautstelle verzögert.
Komplikation: Sehnenfaserfistel und Hautnekrotisierung. Ausräumung und Abtragung der Nekrosestelle.
Nachbehandlung: Unbekannt.

Fall 6 : R., J., Baupolier, 65 Jahre.

Unfalltag: 23.3.1960

Verletzungsart: Riß - Quetsch - Verletzung. Betriebsunfall.

Klinische Diagnose: Riß - Quetsch - Wunde über der linken Ferse mit Achillessehnenbeteiligung.
Nebenbefund: Außenknöchel- und Calcaneusfraktur links.

Operationstag: 23.3.1960

Nahttechnik: Einzelknopf - Adaption snähte. Wundverschluß mit Visier- und Thierschlappen.

Verlauf: Bei Reverinmedikation komplikationslos.

Nachbehandlung: Bewegungsübungen, Wechselbäder, Heißluftmassage.

Fall 7 : v.d.L., U., Sekretärin, 41 Jahre.

Unfalltag: 26.11.1960

Verletzungsart: Glasscheibenverletzung.

Klinische Diagnose: Partielle, glatte Achillessehnen schnittverletzung ohne Verunreinigung der Wunde.

Operationstag: 28.11.1960

Nahttechnik: Sehnennaht nach Kirchmeyermethode. Adaption snähte der Sehnenränder.

Verlauf: Bei Supracillinschutz komplikationslos.

Nachbehandlung: Bewegungsübungen.

Fall 8 : B., Ch., Volontärin, 19 Jahre.

Unfalltag: 18.7.1961

Verletzungsart: Riß - Schnitt - Verletzung.

Klinische Diagnose: Offene, totale Achillessehnen durchtrennung links.

Operationstag: 18.7.1961

Nahttechnik: Primäre Sehnennaht und Spalthautlappenplastik zum Wundverschluß.

Verlauf: Durch Hautulcusbildung verzögert.

Komplikation: Restulcus des Hauttransplantates.
Nachbehandlung: Isometrische Muskelkontraktionen der fixierten Muskelpartien. Bewegungsübungen. Kamillenteebäder. Salbeneinreibungen.

Fall 9 : E., F., Isolierer, 49 Jahre.

Unfalltag: 13.3.1962

Verletzungsart: Flaschenbodenschnittverletzung.

Klinische Diagnose: Zustand nach traumatischer Achillessehnedurchtrennung vor 3 Wochen.

Operationstag: 13.3.1962 : stationäre Wundversorgung.
6.4.1962 : Sehnennaht.

Nahttechnik: Bunnell - Naht. Zusätzliche Supramid-U - Nähte zur Sicherung der Nahtstelle.

Verlauf: Bei Supracillinschutz komplikationslos.

Nachbehandlung: Heilgymnastik.

Fall 10 : H., Joh., Haustochter, 17 Jahre.

Unfalltag: 23.9.1962

Verletzungsart: Schnittverletzung durch scharfen Gegenstand.

Klinische Diagnose: Achillessehnedurchschnitt rechts.

Operationstag: 24.9.1962

Nahttechnik: Primäre Sehnennaht.

Verlauf: Komplikationslos.

Nachbehandlung: Bewegungsübungen.

Fall 11 : M., R., Maschinenschlosser, 18 Jahre.

Unfalltag: 27.1.1963

Verletzungsart: Schnittverletzung.

Klinische Diagnose: Schnittwunde am rechten Unterschenkel mit Teildurchtrennung der Achillessehne.

Operationstag: 27.1.1963

<u>Nahttechnik:</u>	Teilsehnennaht.
<u>Verlauf:</u>	Bei Penicillinschutz komplikation los.
<u>Nachbehandlung:</u>	Heißluftmassagen für 5 Wochen. Gymnastische Übungen.

Die Krankengeschichten ergeben, daß die operative Wiederherstellung der 11 offenen Achillessehnendurchtrennungen von verschiedenen Operateuren vorgenommen wurde.

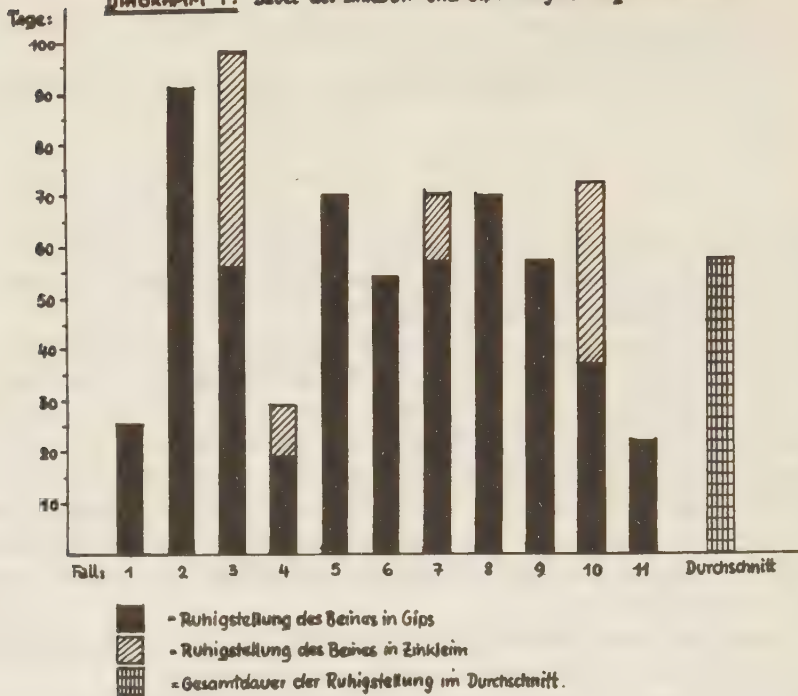
Die Wundversorgung wurde in allen Fällen einige Stunden nach dem Unfall vorgenommen. Dabei wurde bei 7 Fällen gleich die Wiederherstellung der Achillessehnendurchtrennung durch die primäre Sehnennaht angestrebt. Bei 2 weiteren Fällen wurde die Sehnennaht am 1. bzw. 2.Tag nach dem Unfall durchgeführt. Bei den beiden übrigen Fällen wurde die Achillessehnendurchtrennung bei der Wundversorgung übersehen. Einmal konnte sie nach Abheilen der Wunde 7 Tage nach dem Unfall diagnostiziert werden, wogegen sie das andere Mal erst nach 3 Wochen erkannt wurde.

Die Operation wurde 6mal in Lokalanästhesie mit Novocain - Lösung und 5mal in Äther - Lachgas - Narkose durchgeführt.

Die Darstellung der Achillessehne erfolgte bei 8 Patienten durch eine proximale und distale Längsspaltung der schon vorhandenen Wunde, 2mal durch einen Medialschnitt und 1mal durch einen leicht bogenförmigen Lateralschnitt.

Die Wiedervereinigung der Sehnenstümpfe wurde 9mal durch eine einfache Sehnennaht und einmal durch eine Umkehrplastik mit einem herabgeklappten Sehnenlappen aus dem proximalen Sehnenstumpf und einmal durch eine Sehnennaht mit Muskelfascienumscheidung erreicht. Die Umkehrplastik wurde in Fall 4, der 7 Tage unerkant blieb, angewandt. Die anschließende, anfängliche Ruhigstellung des Beines erfolgte durch einen Oberschenkelliegegips bei leichter Kniebeuge- und Spitzfußstellung in 3 Fällen, durch eine Oberschenkelliegegipsschiene in 2 Fällen und durch einen Oberschenkellongettenverband in einem Fall. Später wurde das Bein durch einen Unterschenkelgehgips und durch einen Zinkleimverband fixiert. Die verbleibenden 5 Patienten erhielten gleich einen Unterschenkeliegegips in Spitzfußstellung. Einen Überblick über die Gesamtdauer der Fixierung des Beines durch Gips- und Zinkleimverbände gibt Diagramm 1.

DIAGRAMM 1: Dauer der Zirkleim- und Gipsruhigstellung des Beines.



Die durchschnittliche Dauer der Immobilisation des verletzten Beines beträgt 57,8 Tage.

Die Nachbehandlung bestand in aktiven Bewegungsübungen, Wadenmuskelmassagen, krankengymnastischen Übungen, Heißluftmassagen, Wechselbädern und Salbeneinreibungen. Die Wadenmuskulatur wurde einmal noch während der Gipsfixierung durch isometrische Kontraktionsreize vor einer Atrophie geschützt.

Komplikationen traten bei 3 Patienten auf. Einmal verzögerte eine Padenfistel, 2 mal eine nekrotisierende Hautulceration mit Fistelbildung den Heilungsverlauf. Alle anderen Fälle heilten per primam intentionem. Durch die Komplikationen entstanden keine funktionellen Beeinträchtigungen.

Die Dauer der stationären und ambulanten Behandlung zeigt die Tabelle 32.

BEHANDLUNGSDAU- ER (in Tagen) bei:	BEHANDLUNGS- ART (stat., amb.)	F A L L										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Vollkommener Durchtrennung (Tage)	stationär	38	49	-	-	29	-	-	16	29	11	-
	ambulant	99	30	-	-	unbe- kannt	-	-	84	70	70	-
1/3 - 4/5 Durch- trennung (Tage)	stationär	-	-	21	67	-	-	14	-	-	-	8
	ambulant	-	-	77	unbe- kannt	-	-	56	-	-	-	56
Oberflächlicher Durchtrennung (Tage)	stationär	-	-	-	-	-	66	-	-	-	-	-
	ambulant	-	-	-	-	-	unbe- kannt	-	-	-	-	-

Tabelle 32 : Stationäre und ambulante Behandlungsdauer der 11 Fälle.

Für die verschiedenen Durchtrennungsformen ergibt sich folgende durchschnittliche Behandlungsdauer: Tabelle 33.

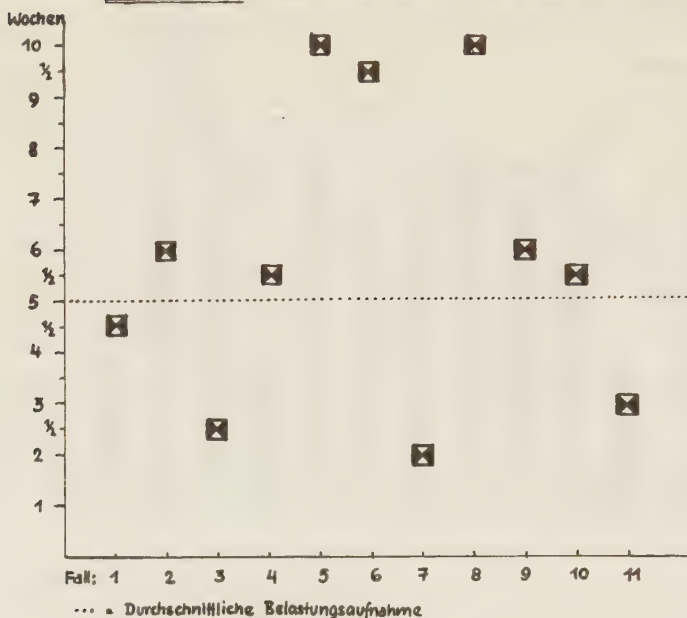
	Stationär	Ambulant	Insgesamt
Vollkommene Durch- trennung	29	71	100
1/3 - 4/5 Durchtrennung	37	63	100
Oberflächliche Durch- trennung	66	unbekannt	-

Tabelle 33 : Durchschnittliche Behandlungsdauer (in Tagen).

Demnach hatte bei unseren Kranken das Ausmaß der Durchtrennung keinen Einfluß auf eine schnelle oder verlangsamte Heilung. Wir konnten nicht wie T o y g a r feststellen, daß die Teildurchtrennungen schneller und leichter heilen als die totalen oder die oberflächlichen Durchtrennungen.

Den Zeitpunkt der Bewegungs- und Belastungsaufnahme des verletzten Beines nach dem Unfall zeigt Diagramm 2.

DIAGRAMM 2: Zeitpunkt der ersten Belastungsaufnahme.



Die durchschnittliche Zeitspanne, die bis zur ersten Bewegungs- und Belastungsaufnahme verging, beträgt demnach nur 5 Wochen. Die 3 Fälle, bei denen bis zur ersten Bewegungsaufnahme nur 2 bis 3 Wochen vergingen, waren partielle Achillessehnendurchtrennungen.

2. Therapie der subcutanen Achillessehnendurchtrennungen.

Fall 1 : F., F., Landwirt, 49 Jahre.

Unfalltag: 17.5.1950

Verletzungsart: Direkte Traumatisation

Klinische Diagnose: Partieller Abriß der linken Achillessehne mit Aussprengung des Tuber calcanei.

Nebenbefund: Innenknöchelfraktur links.

Operationstag: 2.6.1950

Nahttechnik: Reponierung des Tuber calcanei und Fixierung durch Periostnähte.

Verlauf: Nach dem Eingriff trat bei dem Patienten ein Kollapszustand auf. Durch ein akutes Herzversagen kam er ad exitum.

Fall 2 : O., Th., Hausfrau, 34 Jahre.

Unfalltag: 21.2.1951

Klinische Diagnose: Achillessehnenabriß rechts.

Die Patientin wurde auf eigenen Wunsch in eine Privatklinik verlegt.

Fall 3 : R., H., Hausfrau, 46 Jahre.

Unfalltag: 13.6.1952

Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Abriß der Ansatzstelle der linken Achillessehne vom Fersenbein mit Dislokation des Tuber calcanei.

Operationstag: 20.6.1952

Nahttechnik: Reponierung des Tuber calcanei und Fixierung durch Periostnaht.

Verlauf: Komplikationslos.

Nachbehandlung: Bewegungsübungen.

Fall 4 : P., H., Architekt, 66 Jahre.

Unfalltag: 13.8.1953

Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Abriß der linken Achillessehne.

Operationstag: 14.8.1953

Nahttechnik: Einfache Sehnennaht.

Verlauf: Komplikationslos.

Nachbehandlung: Warmluftmassagen, Bewegungsübungen.

Fall 5 : R., U., Landwirt, 53 Jahre.

Unfalltag: 5.2.1956

Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Abriß der linken Achillessehne.

Operationstag: 9.2.1956

Nahttechnik: Einfache Sehnennaht und Deckung derselben mit einem herabgeschlagenen Lappen aus dem proximalen Sehnenstumpf.

Verlauf: ✓ Komplikationslos.

Nachbehandlung: Fleißige Gehübungen.

Fall 6 : H., H., Kontrolleur, 48 Jahre.

Unfalltag: 16.6.1956

Verletzungsart: Indirekte Traumatisierung.

Klinische Diagnose: Achillessehnenriß links.

Operationstag: 20.6.1956

Nahttechnik: Plastische Wiederherstellung durch einen herabgeschlagenen, medialen Sehnenlappen aus dem proximalen Sehnenstumpf. Sicherung der Nahtstelle durch einige Durchstich- und Lendennähte.

Verlauf: Bei Fortecillinschutz komplikationslos.

Nachbehandlung: Wadenmuskelmassagen, Bewegungsübungen.

Fall 7 : H., W., E., Fabrikant, 48 Jahre.

Unfalltag: 18.1.1958

Verletzungsart: Indirekte Traumatisierung.

Klinische Diagnose: Abriß der linken Achillessehne.

Nebenbefund: Innenbänderriß am Sprunggelenk.

Operationstag: 21.1.1958

Nahttechnik: Durchflechtungsnaht und Deckung derselben durch einen herabgeschlagenen Lappen aus der Gastrocnemiusfascie.

Verlauf: Bei Achromycinschutz komplikationslos.

Nachbehandlung: Wechselbäder. Unterwassermassagen. Bewegungsübungen.

Fall 8 : K., G., Offizier, 40 Jahre.

Unfalltag: Im Februar 1958

Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Durchriß der linken Achillessehne.

Operationstag: Im Februar 1958

Nahttechnik: Achillessehnenplastik.

Verlauf: Verzögert durch Fadenabszess.

Komplikation: Fadenabszess bei Ulcus cruris.

Nachbehandlung: Heilgymnastik.

Fall 9 : Z., A., Schneider, 19 Jahre.

Unfalltag: 23.2.1958

Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Achillessehnenriß am Muskel - Sehnenübergang rechts.

Operationstag: 25.2.1958

Nahttechnik: Einfache Sehnennaht. Deckung derselben durch einen herabgeschlagenen Gastrocnemius ~~Fascien~~ ^{Fascien}lappen.

Verlauf: Komplikationslos.

Nachbehandlung: Heißluftmassagen. Gymnastik.

Fall 10 : Sch., M., Kaufmann, 29 Jahre.

Unfalltag: 13.3.1958

Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Achillessehnenndurchriß links.

Operationstag: 21.3.1958

Nahttechnik: Adaptationsnaht und Verstärkung durch Wadenfaszienplastik.

Verlauf: Bei Fortecillinschutz komplikationslos.

Nachbehandlung: Krankengymnastische Bewegungsübungen.

Fall 11 : Dr.med.T., J., Arzt, 47 Jahre.

Unfalltag: 19.3.1958

Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Achillessehnenriß rechts.

Operationstag: 22.3.1958

Nahttechnik: Sehnennaht und Deckung derselben durch einen gestielten, herabgeschlagenen Lappen aus der Gastrocnemiusfascie.

Verlauf: Bei Achromycinschutz komplikationslos.

Nachbehandlung: Fleißige Bewegungsübungen.

Fall 12 : de L., M., Balettmeister, 35 Jahre.

Unfalltag: 16.3.1959

Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Subcutaner, totaler Achillessehnenriß links.

Operationstag: 23.3.1959

Nahttechnik: Sehnennaht und Muskelfasciendeckung.

Verlauf: Bei Fortecillinschutz komplikationslos.

Nachbehandlung: Massagen und krankengymnastische Übungen.

Fall 13 : Sch., Joh., Hilfsarbeiter, 44 Jahre.

Unfalltag: 21.3.1959

Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Unerkannter Achillessehnenriß vor 8 Wochen, der zur totalen Ruptur der rechten Achillessehne führte.

Operationstag: 25.3.1959

Nahttechnik: Achillessehnenvereinigung mit Durchstich- und Circulärnähten. Deckung der Nahtstelle mit herabgeschlagenen Fascienlappen.

Verlauf: Bei Fortecillinschutz komplikationslos.

Nachbehandlung: Massagen und Heilgymnastik.

Fall 14 : D., A., Handelsvertreter, 50 Jahre.

Unfalltag: 14.1.1960

Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Achillessehnenabriß links.

Operationstag: 18.1.1960

Nahttechnik: Sehnensteppnaht mit Draht.

Verlauf: Bei Supracillinschutz komplikationslos.

Nachbehandlung: Bewegungsübungen.

Fall 15 : P., M., Sekretärin, 36 Jahre.

Unfalltag: 7.4.1960

Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Partielle Achillessehnenruptur links.

Nebenbefund: Außenknöchelfraktur links

Operationstag: 11.4.1960

Nahttechnik: Einfache Sehnennaht.

Verlauf: Bei Supracillinschutz komplikationslos.

Nachbehandlung: Massagen. Heiße Fußbäder.

Fall 16 : S., R., Buchhalterin, 23 Jahre.

Unfalltag: 27.10.1960

Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Subcutaner Achillessehnenriß rechts

Operationstag: 28.10.1960

Nahttechnik: Bunnell - Naht und Deckung derselben mit einem herabgeschlagenen Fascienlappen aus dem Gastrocnemius.

Verlauf: Bei Supracillinschutz komplikationslos.

Nachbehandlung: Gymnastik. Moorpäckchen. Tiefwirkende Salbeneinreibungen.

Fall 17 : M., G., Elektromeister, 49 Jahre.

Unfalltag: 29.5.1961

Verletzungsart: Direkte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Achillessehnenabriß rechts.

Operationstag: 13.6.1961

Nahttechnik: Durchflechtungs-und Diagonalnähte.

Verlauf: Bei Supracillinschutz komplikationslos.

Nachbehandlung: Massagen. Aktive Bewegungsübungen.

Fall 18 : F., A., Werkführer, 49 Jahre.

Unfalltag: 6.6.1961

Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Subcutaner, traumatischer Achillessehnen-
totalabriß rechts.

Operationstag: 9.6.1961

Nahttechnik: Plastik mit einem zungenförmigen Sehnenlappen aus dem proximalen Sehnenstumpf.

Verlauf: Komplikationslos.

Nachbehandlung: Massagen. Bestrahlungen. Bewegungsübungen.

Fall 19 : L., L., Kaufmann, 67 Jahre.

Unfalltag: 18.8.1961

Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Subcutane Ruptur der linken
Achillessehne.

Operationstag: 31.8.1961

Nahttechnik: D y d m o - B u n n e l l - Naht

Verlauf: Komplikationslos.

Nachbehandlung: Massagen. Gehübungen.

Fall 20 : R., H., Verwaltungsinspektor, 35 Jahre.

Unfalltag: 2.9.1961
Verletzungsart: Direkte Traumatisation.
Klinische Diagnose: Subcutaner Achillessehnenriß
rechts.
Operationstag: 12.9.1961
Nahttechnik: D y d m o - B u n n e l l - Naht.
Verlauf: Bei Supracillinschutz komplikations-
los.
Nachbehandlung: Massagen und Bewegungsübungen.

Fall 21 : Z., R., Student, 23 Jahre.

Unfalltag: 1.10.1961
Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.
Klinische Diagnose: Subcutaner Achillessehnenriß links
Operationstag: 12.10.1961
Nahttechnik: Versenkbare B u n n e l l - Naht.
Verlauf: Bei Fortecillinschutz komplikations-
los.
Nachbehandlung: Krankengymnastik.

Fall 22 : G., G., Student, 22 Jahre.

Unfalltag: 17.10.1961
Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.
Klinische Diagnose: Achillessehnenabriß links.
Operationstag: 26.10.1961
Nahttechnik: Kreuzförmige Durchstechungsdrahtnaht.
Verlauf: Komplikationslos.
Nachbehandlung: Aktive Bewegungsübungen und Kranken-
gymnastik.

Fall 23 : D., G., Hausfrau, 38 Jahre.

Unfalltag: 5.1.1962
Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.
Klinische Diagnose: Achillessehnenruptur links.
Nebenbefund: Innenknöchelfraktur links;

Operationstag: 9.1.1962
Nahttechnik: D y d m o - B u n n e l l - Naht.
Verlauf: Bei Penicillinschutz komplikationslos.
Nachbehandlung: Massagen. Elektrobehandlung. Gymnastik.

Fall 24 : M., B., Kaufm. Angestellter, 47 Jahre.

Unfalltag: 12.1.1962
Verletzungsart: Direkte Traumatisierung.
Klinische Diagnose: Subcutaner Achillessehnenriß rechts.
Operationstag: 22.1.1962
Nahttechnik: Plastik mit einem gestielten, herabgeklappten Lappen aus dem proximalen Sehnenstumpf. Zusätzliche Bunnell-Naht. Deckung mit der Plantarissehne.
Verlauf: Bei Supracillinschutz komplikationslos.
Nachbehandlung: Unbekannt.

Fall 25 : P., G., Autokaufmann, 24 Jahre.

Unfalltag: 4.2.1962
Verletzungsart: Indirekte Traumatisierung.
Klinische Diagnose: Achillessehnenriß links.
Operationstag: 12.2.1962
Nahttechnik: Bunnell - Naht.
Verlauf: Komplikationslos.
Nachbehandlung: Fleißige Gehübungen.

Fall 26 : K., Joh., Seifensieder, 49 Jahre.

Unfalltag: Unbekannt.
Verletzungsart: Unbekannt.
Klinische Diagnose: Abriß der rechten Achillessehne.
Operationstag: 8.2.1962
Nahttechnik: Plastik mit herabgeschlagenem Gastrocnemiusfasziolenappen. Zusätzliche, einfache Sehnennaht.

Verlauf: Komplikationslos.

Nachbehandlung: Massagen.

Fall 27 : B., G., Ingenieur, 45 Jahre.

Unfalltag: 17.2.1962

Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Subcutane Achillessehnenruptur
rechts.

Operationstag: 20.2.1962

Nahttechnik: Versenkbare B u n n e l l - Stahl-
draht - Naht.

Verlauf: Komplikationslos.

Nachbehandlung: Passive Unterwasserbewegungsübungen.
Aktive Belastungsübungen.

Fall 28 : S., A., Techn. Kaufmann, 50 Jahre.

Unfalltag: 7.7.1962

Verletzungsart: Direkte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Subcutaner Achillessehnenriß links

Operationstag: 16.7.1962

Nahttechnik: D y d m o - B u n n e l l - Naht.
Plastik mit der Plantarissehne nach
S t r e l l i .

Verlauf: Bei Supracillinschutz komplikations-
los.

Nachbehandlung: Unbekannt.

Fall 29 : L., E., Lehrerin i.R., 64 Jahre.

Unfalltag: 2.9.1962

Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Achillessehnenriß rechts am Mus-
kel - Sehnen- Übergang.

Operationstag: 13.9.1962

Nahttechnik: Stahldrahtnaht nach F. L a n g e .
Plastische Deckung der Nahtstelle
mit einem hinaufgeschlagenen Seh-
nenlappen aus dem distalen Stumpf.

Verlauf: Bei Supracillinschutz komplikations-
los.

Nachbehandlung: Bewegungsübungen. Krankengymnastik.

Fall 30 : P., R., Techn. Bundesbahnhauptsekretär, 51 Jahre.

Unfalltag: 20.4.1963

Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Achillessehnenriß rechts.

Operationstag: 2.5.1963

Nahttechnik: Einfache Sehnennaht.

Verlauf: Bei Supracillinschutz komplikations-
los.

Nachbehandlung: Heilgymnastik. Unterwassermassagen.
Salbeneinreibungen.

Fall 31 : Dr.med.M., B., Ärztin, 36 Jahre.

Unfalltag: 9.2.1964

Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Achillessehnenriß links.

Operationstag: 12.2.1964

Nahttechnik: Plastik mit einem hinaufgeschlagenen
Sehnenlappen aus dem distalen Stumpf-
ende. Schnürsenkelnaht.

Verlauf: Komplikationslos.

Nachbehandlung: Unbekannt.

Fall 32 : V., J., Buchbinderin, 30 Jahre.

Unfalltag: 18.2.1964

Verletzungsart: Indirekte Traumatisation.

Klinische Diagnose: Achillessehnenriß links.

Operationstag: 26.2.1964

Nahttechnik: Plastik mit einem herabgeschlagenen Sehnenlappen aus dem proximalen Sehnenstumpf. Schnürrsenkelnaht.

Verlauf: Bei Supracillinschutz komplikationslos.

Nachbehandlung: Massagen und Gymnastik.

Fall 33 : F., B., Heimleiterin, 36 Jahre.

Unfalltag: 11.3.1964

Verletzungsart: Indirekte Traumatisierung.

Klinische Diagnose: Achillessehnenruptur rechts.

Operationstag: 10.4.1964

Nahttechnik: Typische Sehnennaht. Autoplastik.

Verlauf: Bei Penicillinschutz komplikationslos.

Nachbehandlung: Unbekannt.

Fall 34 : R., M., Versicherungsangestellter, 33 Jahre.

Unfalltag: 14.6.1964

Verletzungsart: Indirekte Traumatisierung.

Klinische Diagnose: Achillessehnenriß rechts.

Operationstag: 19.6.1964

Nahttechnik: U - und Z - förmige Sehnennaht. Plantarissehnenplastik nach S t r e l i

Verlauf: Bei Penicillinschutz komplikationslos.

Nachbehandlung: Wundbestrahlungen. Hydrotherapie. Gymnastik.

Zum Schluß möchte ich über den nicht gleichzeitigen, beidseitigen Achillessehnenriß berichten:

Fall 35/36 : R., M., Bankangestellter, 26 Jahre.

Unfalltage: a.) 18.2.1962
b.) 16.2.1964

Verletzungsart: Jedesmal indirekte Traumatisierung.

Klinische Diagnose: a.) Achillessehnenruptur rechts

b.) Achillessehnenruptur links.

- Operationstage: a.) 20.2.1962
b.) 17.2.1962
- Nahttechniken: a.) Bunnell - Naht
b.) Sehnenlappenplastik aus dem proximalen Sehnenstumpf.
- Verlauf: Bei Supracillinschutz jedesmal komplikationslos.
- Nachbehandlung: a.) Massagen
b.) Unterwassermassagen.

Die Operationen wurden von verschiedenen Operateuren durchgeführt. 32 Achillessehnenrupturen, im rein sehnigen Anteil, 2 Calcaneusabrisse mit disloziertem Knochenfragment (Fall 1 und 3) und 2 Risse am Sehnen-Muskel-Übergang (Fall 9 und 29) wurden operativ versorgt. Fall 15 erwies sich bei der Operation als partielle, subcutane Achillessehnenruptur. Eine Patientin (Fall 2) ließ sich auf Wunsch in eine Privatklinik verlegen, wo der Riß operativ wiederhergestellt worden sein soll.

Den Zeitpunkt der Operation in den einzelnen Fällen stellt die Tabelle 34 dar.

FALL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zeitspanne zwischen Unfall-u. Operationstag	20	-	7	1	4	4	3	-	2	8	3	7
FALL	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Zeitspanne zwischen Unfall-u. Operationstag	4	4	4	1	15	3	13	10	11	9	4	10
FALL	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Zeitspanne zwischen Unfall-u. Operationstag	8	-	3	9	11	12	3	8	30	5	2	1

Tabelle 34: Zeitspanne zwischen Unfall- und Operationstag der 36 Fälle (in Tagen)

Die Verzögerung der Operation war in den Fällen 1 und 13 durch eine unklare Diagnose bzw. einen nicht erkannten, partiellen Riß bedingt. In den übrigen Fällen (10, 12, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 28, 29,

30,32 und 33) wurde zunächst konservativ die starke Schwellung behandelt.

Zur Anästhesie wurden verschiedene Methoden und Narkosemittel verwendet. Aus den 33 Protokollen geht hervor, daß 25mal in Allgemeinnarkose, 7mal in Intubationsnarkose und einmal in Spinalanästhesie operiert wurde.

Ebenso war die Schnittführung nicht einheitlich. Der mediane, gerade Hautschnitt wurde in 4 Fällen (1,3,4,7) ausgeführt. Der mediale, bogenförmige Hautschnitt wurde in 4 Fällen (16,18,24,29) und der mediale, gerade in einem Fall (33) verwandt. Am häufigsten wurde der Lateralschnitt zur Hauteröffnung ausgeführt (25 Fälle). Ein lateral-bogenförmiger Hautschnitt wurde bei 18 Fällen (9,10,11,12,13,14,15,17,19,20,21,22,23,25,27,28,35 und 36), ein lateral-gerader Schnitt bei 5 Fällen (5,26,31,32,34) und ein lateral-S-förmiger Schnitt bei 2 Fällen (6,30) ausgeführt.

Zur operativen Wiederherstellung der Verletzung wurden ebenfalls verschiedene Techniken verwandt. So wurde eine einfache Sehnennaht bei 5 Patienten (Fall 4,14,17,22,30) durchgeführt. Die Naht nach Bunnell und deren Verstärkung durch U-Nähte kam bei 8 Patienten (Fall 16,19,20,21,23,25,27 und 35) zur Anwendung. Eine Sehnennaht mit verschiedenen Durchstechungsarten und deren Deckung mit der Gastrocnemiusmuskelfascie wurde bei 8 Patienten (Fall 5,7,10,11,12,13,16 und 26) ausgeführt. Eine Plastik mit einem Sehnenstreifen aus dem proximalen Sehnenstumpf und dessen Verstärkung mittels Durchstich-, Lenden- und Flaschenzugnähten wurde bei 5 Patienten (Fall 6,18,32,33,36) ausgeführt. Im Falle 24 wurde diese Plastik mit der Sehne des m. plantaris longus gedeckt. Zwei Patienten erhielten eine Plastik mittels eines Sehnenlappens aus dem distalen Sehnenstumpf mit Nahtverstärkung (Fall 29 und 31). Im Falle 29 lag der Riß am Sehnen-Muskel-Übergang, und daher wurde die Nahtstelle mit Muskelgewebe überstept. Schließlich kam die Plastik mit dem Plantarismuskel nach S t r e l i und deren Verstärkung durch eine zusätzliche Bunnell-Naht bzw. durch U- und Z-Nähte bei 2 Patienten zur Anwendung (Fall 28 und 34).

Die beiden Calcaneusausrisse wurden in Spitzfußstellung durch Periostnähte bzw. Kapsel-Sehennähte wiederhergestellt (Fall 1 und 3). Der Riß am Sehnen-Muskel-Übergang (Fall 9) wurde durch eine einfache Sehnennaht, die durch U-Nähte verstärkt und mit einem Fascienlappen aus dem Gastrocnemiusmuskel überdeckt wurde, wiederhergestellt. Die partielle Ruptur (Fall 15) wurde mit einer einfachen Sehnennaht versorgt.

Als Nahtmaterial wurde 7mal Supramidfäden und Muskelfascie (Fall 5, 7, 9, 11, 12, 13 und 26) und einmal Stahldraht und Muskelfascie (Fall 16) verwandt. 6mal bestand das Nahtmaterial aus einer Kombination eines Sehnenlappens und Supramidfäden (Fall 6, 18, 31, 32, 33 und 36). Zweimal wurde zur Naht der m. plantaris longus und Supramidfäden als Material verwandt (Fall 28 und 34). Einmal wurde diese Kombination noch durch einen Sehnenlappen ergänzt (Fall 24). Einmal wurde als Nahtmaterial Draht in Verbindung mit einem Sehnenlappen und Muskelgewebe genommen (Fall 29). Einfache Supramidfäden wurden 6mal (Fall 10, 15, 20, 21, 23 und 30), einfacher Stahldraht 7mal (Fall 17, 19, 22, 25, 27, 29 und 35) und Seide 3mal (Fall 1, 3 und 4) verwandt. Bei 21 Patienten wurde nach der Operation Antibiotikamedikation zur Verhütung bakterieller Infektionen appliziert. Dazu wurde zweimal Penicillin (Fall 33, 34), 5mal Fortecillin (Fall 6, 10, 12, 13 und 21), 2mal Achromycin (Fall 7 und 11) und 12mal Supracillin (Fall 14, 15, 16, 17, 20, 23, 24, 28, 29, 30, 32 und 35) gegeben. Aus der Tabelle 35 geht die Dauer dieses Schutzes hervor.

FALL :	6	7	10	11	12	13	14	15	16	17	
DAUER (Tage) :	5	3	3	3	5	5	5	3	3	8	
FALL :	20	21	23	24	28	29	30	32	33	34	35
DAUER (Tage) :	4	4	7	7	4	5	5	2	5	3	8

Tabelle 35: Dauer des Antibiotikaschutzes (in Tagen).

Der Antibiotikaschutz scheint sich bewährt zu haben. Es sind keine Komplikationen in Form einer Faden- oder Sehnenfistelbildung bei irgendeinem Fall aufgetreten.

Die Ruhigstellung des verletzten Beines nach der Operation erfolgte immer durch eine Gipsimmobilisation. Doch die Art dieser Gipsimmobilisierung wurde auf verschiedene Weise erreicht. Siehe Tabelle 36.

	OBERSCHENKELGIPS in SPITZFUSSSTELLUNG und KNEIBEUGE	UNTERSCHENKEL- GIPS in SPITZ- FUSSSTELLUNG	OBERSCHENKELGIPS- LONGUETTE in SPITZ- FUSSSTELLUNG		DORSALE UNTERSCHEN- KELGIPS LONGUETTE in SPITZFUSSSTELLUNG
			dorsal	ventral	
ZAHl der FÄLLE :	15	5	7	4	2
FALL :	7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 29, 30	1, 3, 5, 26, 34	6, 15, 19, 24, 25, 31, 32	23, 27, 28, 35	4, 23

Tabelle 36: Arten der Gipsimmobilisation bei den einzelnen Fällen.

Es ist auffallend, daß in letzter Zeit die anfängliche Ruhigstellung durch Longuettenverbände erfolgte. Sicher bietet diese Art der Ruhigstellung Vorteile, da sie die Immobilisationszeit nicht verlängert und außerdem häufigere Verbandswechsel zuläßt. Aus Diagramm 3 bis 4 sind die Dauer der stationären und ambulanten Behandlung, die Dauer der Gips- und Zinkleimimmobilisation des verletzten Beines und die Zeit bis zur ersten Belastungs- und aktiven Bewegungsaufnahme zu ersehen.

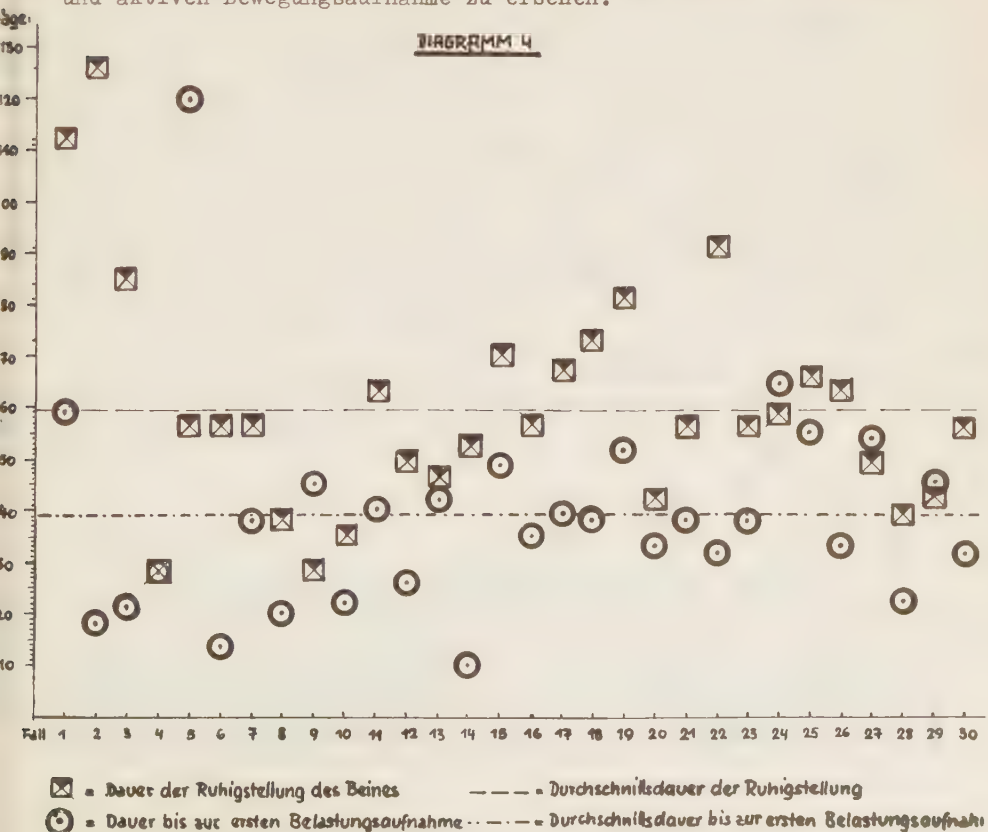
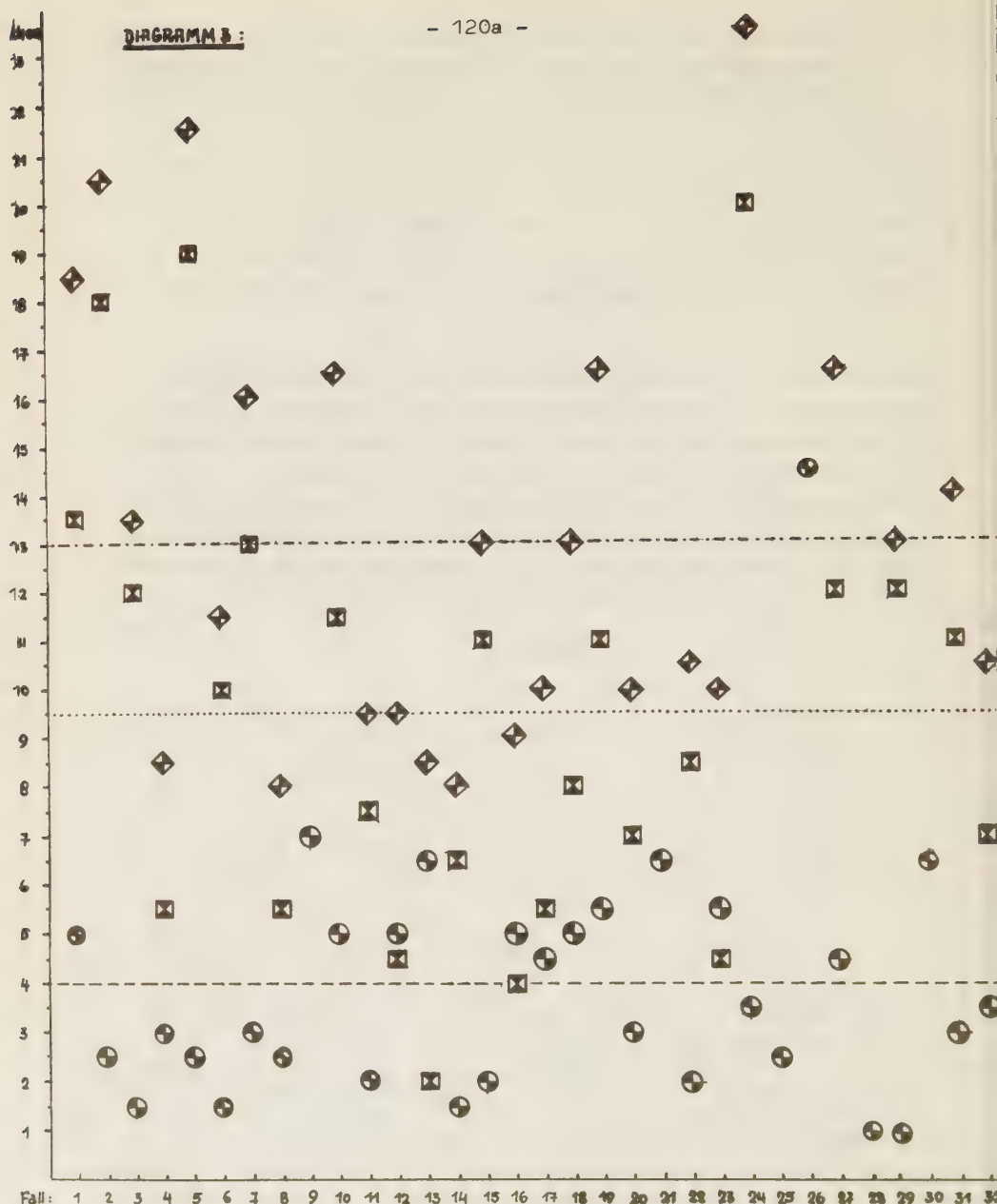


DIAGRAMM 3:

- 120a -



- = stationäre Behandlungsdauer
- ⊠ = ambulante Behandlungsdauer
- ◆ = Gesamtbehandlungsdauer

- = durchschnittliche stationäre Behandlungsdauer
- = durchschnittliche ambulante Behandlungsdauer
- .-.- = durchschnittliche Gesamtbehandlungsdauer

Für 33 Fälle ergab sich eine durchschnittliche Behandlungsdauer von 4 Wochen (1 Woche bis 4 1/2 Wochen) stationär, eine durchschnittliche ambulante Behandlungsdauer von 9 1/2 Wochen (2 bis 20 Wochen) und eine durchschnittliche Gesamtbehandlungsdauer von 13 Wochen (8 bis 23 1/2 Wochen) bei 27 Fällen.

Die Immobilisationszeit des Beines in Gips- und Zinkleimverbänden betrug für 30 Fälle im Durchschnitt 8 1/2 Wochen (4 bis 18 Wochen). Die Zeitspanne, die bis zur ersten Belastungs- und aktiven Bewegungsaufnahme nach dem Unfall verging, betrug im Durchschnitt bei 30 Fällen 39 Tage (11 bis 120 Tage). Komplikationen traten im Fall 1 und 8 auf. Ein Patient (Fall 1) kam nach der Operation infolge eines akuten Herzversagens ad exitum. Im Fall 8 trat ein Jahr nach der Operation, die nicht an unserer Klinik durchgeführt wurde, eine abszedierende Sehnen-Faden-Fistel auf, die ihren Ausgang von einem Narbenulcus genommen hatte. Alle anderen Fälle heilten komplikationslos.

Als Nebenfunde konnten zwei Innenknöchelfrakturen (Fall 1 und 23), eine Außenknöchelfraktur (Fall 15), ein Innenbänderriß am Sprunggelenk (Fall 7) und eine 8 Wochen lang unbehandelte, partielle Achillessehnenruptur (Fall 13) röntgenologisch bzw. operativ festgestellt werden.

Die Nachbehandlung bestand im wesentlichen aus passiven und aktiven Bewegungsübungen, heilgymnastischen Übungen, Unterwasser-, Heißluft- und Wadenmuskelmassagen, Fußbädern, Bestrahlungen, Elektrobildbehandlungen, Moorpackungen und tiefwirkenden Salbeneinreibungen in den verschiedensten Kombinationen. 4 Patienten erhielten überhaupt keine Nachbehandlung.

Nach dieser genauen Analyse über die therapeutische Behandlung will ich nun an die Auswertung der Spätergebnisse der offenen und subcutanen Achillessehnenrupturen gehen.

3.) Kritische Auswertung der Nachuntersuchungsergebnisse.

Unsere vollständige Serie umfaßt 11 Fälle von offenen Achillessehnenverletzungen und 36 Fälle von geschlossenen Achillessehnenrupturen. Die Nachuntersuchungsergebnisse wurden durch Fragebögen, selbsttätige Nachuntersuchungen und Nachuntersuchun-

gen durch andere Kollegen ermittelt. Von den 11 offenen Achillessehnenrupturen konnten 8 Ergebnisse durch Fragebögen und selbsttätige Nachuntersuchung und 2 durch eine Nachuntersuchung eines Kollegen erforscht. Ein Patient war mit unbekannter Adresse verzogen. Von den 36 subcutanen Achillessehnenrupturen wurden 17 Ergebnisse durch Fragebögen und selbsttätige Nachuntersuchungen, 9 durch Fragebögen und 5 durch Nachuntersuchung eines Kollegen ermittelt. Ein Patient starb nach der Operation an einem akuten Herzversagen (Fall 1), einer war nach Brasilien ausgewandert (Fall 24), zwei waren mit unbekannter Adresse verzogen (Fall 2 und 28) und eine Patientin (Fall 30) sandte keine Antwort zurück.

Demnach konnten 10 der offenen und 31 der subcutanen Achillessehnenverletzungen nachuntersucht werden, also 41 von insgesamt 47 Fällen.

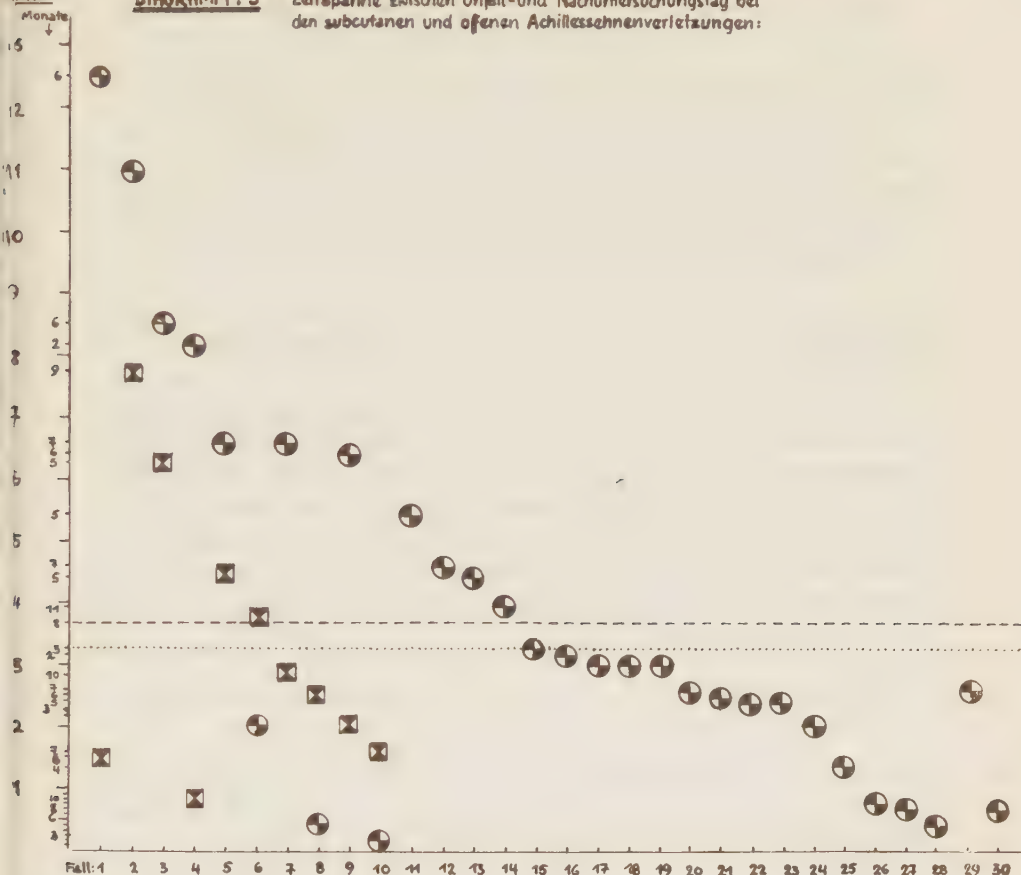
Das sind 89,37 Prozent aller Fälle.

Die Zeitspanne, die zwischen dem Unfalltag und dem Nachuntersuchungstermin verging, zeigt für die einzelnen offenen und geschlossenen Achillessehnenzerreißen das Diagramm 5 .

FAHRE:

DIAGRAMM : 5

Zeitspanne zwischen Unfall- und Nachuntersuchungstag bei den subcutanen und offenen Achillessehnenverletzungen:



⊕ = Subcutane Achillessehnenrupturen

⊗ = Offene Achillessehnenverletzungen

-- = Durchschnittszeit bei den subcutanen Verletzungen

.... = Durchschnittszeit bei den offenen Verletzungen

Diese Zeitspanne reicht bei den offenen Achillessehnenverletzungen von 10 Monaten bis zu 7 $\frac{3}{4}$ Jahren. Die Durchschnittszeit liegt bei 3 $\frac{1}{4}$ Jahren. Bei den subcutanen Achillessehnenrupturen reicht die Zeitspanne von 12 $\frac{1}{2}$ Jahren bis zu 1 $\frac{1}{2}$ Monaten. Die Durchschnittszeit liegt hier bei 3 Jahren und 8 Monaten.

Methode der Nachuntersuchung:

Sowohl das funktionelle als auch das anatomische Endergebnis sind untersucht worden. Die Patienten wurden nach dem Vorhandensein von subjektiven Symptomen befragt. Als subjektive Symptome gelten eine Ermüdbarkeit bei längerem Gehen, eine Witterungsbeeinflussung, eine Leistungseinschränkung, ein Unsicherheitsgefühl und ein Spannungsgefühl im Wadenbereich.

Die klinische Untersuchung richtete ihr Augenmerk auf den Gang, den Zehenspitzenstand, auf Beweglichkeitseinschränkungen im oberen und unteren Sprunggelenk, im Knie- und Hüftgelenk, auf die Kraft des Wadenmuskels, auf einen Wadenmuskelschwund, auf den Achillessehnenreflex, auf Sensibilitätsstörungen in der Narbenumgebung und am Vorfuß, auf Schwellungszustände am Unterschenkel, Vorfuß und im Knöchelbereich, auf eine Breitenzu- und -abnahme der Achillessehne, auf eine Druckschmerzhaftigkeit der Narbe oder der Achillessehne, auf das kosmetische Aussehen der Narbe und auf Narbenverwachsungen mit dem darunterliegenden Binde- oder Sehnengewebe.

Schließlich wurde jeder Patient über seine eigene Beurteilung des Ergebnisses befragt.

Nach diesen Untersuchungsbefunden wurden die einzelnen Faktoren, die zur Beurteilung des Endergebnisses wichtig schienen, klassifiziert und ein Beurteilungsschema mit der Ergebniseinstufung: ausgezeichnet, gut, befriedigend und schlecht ausgearbeitet.

Das Ergebnis wird nach diesem Schema als ausgezeichnet bezeichnet, wenn

- 1.) der Gang normal ist,
- 2.) der Zehenstand uneingeschränkt ausgeführt werden kann,
- 3.) keine Beweglichkeitseinschränkung im Hüft-, Knie- und unteren Sprunggelenk besteht, und die Beweglichkeit im Talocruralgelenk normal oder höchstens um 5 Grad in dorsaler und plantarer Richtung eingeschränkt ist,
- 4.) die Wadenmuskelkraft seitengleich ist,
- 5.) keine Wadenmuskelatrophie besteht,
- 6.) der Achillessehnenreflex seitengleich gut auslösbar ist,

- 7.) Sensibilitätsstörungen nur im Narbenbereich vorhanden sind,
- 8.) keine Schwellungszustände bestehen,
- 9.) die Achillessehnenbreite normal oder höchstens um 1cm verbreitert oder verschmälert ist,
- 10.) keine Druckschmerzhaftigkeit besteht,
- 11.) die Narbe ein gutes kosmetisches Ergebnis zeigt,
- 12.) keine Verwachsungen vorhanden sind,
- 13.) keine oder nur bedeutungslose subjektive Symptome angegeben werden,
- 14.) und wenn der Patient mit dem Ergebnis selbst ^{schv}zufrieden ist.

Das Ergebnis wird dann als gut bezeichnet, wenn

- 1.) der Gang normal ist, und der Patient den Zehenspitzenstand uneingeschränkt ausführen kann,
- 2.) keine Beweglichkeitseinschränkung im Hüft- und Kniegelenk besteht, die Beweglichkeit im Talocruralgelenk höchstens um 10 Grad in dorsaler oder plantarer Richtung, und die Pro- und Supinationsbewegung im unteren Sprunggelenk um 1 Viertel eingeschränkt sind,
- 3.) die Wadenmuskelfraft trotz eines Wadenmuskelschwundes um 1cm seitengleich ist,
- 4.) der Achillessehnenreflex beiderseits gleichgut auslösbar ist,
- 5.) Sensibilitätsstörungen im Narbenbereich oder der Knöchelgegend vorhanden sind,
- 6.) Schwellungszustände nur nach großen Anstrengungen auftreten,
- 7.) die Achillessehnenbreite höchstens um 1,5cm vermehrt ist, und keine Druckschmerzhaftigkeit der Achillessehne besteht,
- 8.) die Narbe ein gutes kosmetisches Ergebnis darstellt, und keine Verwachsungen mit dem darunterliegenden Gewebe vorhanden sind,
- 9.) als subjektive Symptome ein Ziehen in der Wade beim Zehenstand oder vorübergehende Schmerzen bei Witterungsumschläge angegeben werden,
- 10.) und der Patient selbst zufrieden ist.

Ein befriedigendes Ergebnis ist dann gegeben, wenn

- 1.) beim langen Gehen oder Stehen ein leichtes Hinken oder Nachziehen des verletzten Beines beobachtet wird, und der Zehenstand mit Einschränkung ausgeführt werden kann,
- 2.) keine Beweglichkeitseinschränkungen im Knie- und Hüftgelenk bestehen, aber die Beweglichkeit im Talocruralgelenk höchstens um 15 Grad in dorsaler oder plantarer Richtung und die Pro- und Supinationsbewegung um 1 Drittel eingeschränkt sind,
- 3.) die Wadenmuskelkraft bei einer bestehenden Wadenmuskelatrophie von 2cm gering vermindert ist,
- 4.) der Achillessehnenreflex abgeschwächt auslösbar ist, und Sensibilitätsstörungen über die Knöchelgegend hinaus bestehen,
- 5.) Schwellungszustände bestehen,
- 6.) die Achillessehne höchstens um 2,5cm verbreitert ist, und eine Druckschmerzhaftigkeit besteht,
- 7.) das kosmetische Narbenergebnis auffallend ist, und leichte Verwachsungen mit dem Unterhaut- oder Sehngewebe die Verschieblichkeit der Sehne und das Sehnengleiten beeinträchtigen,
- 8.) als subjektive Symptome eine Ermüdbarkeit und Leistungsminderung des verletzten Beines angegeben werden,
- 9.) der Patient selbst nicht ganz zufrieden ist.

Das Ergebnis ist dann als schlecht zu beurteilen, wenn

- 1.) der Gang durch ein Hinken oder durch die Unfähigkeit, den Fuß abzurollen, merkbar behindert ist, und der Zehenstand nicht ausgeführt werden kann,
- 2.) die Beweglichkeit im Hüft- und Kniegelenk leicht behindert ist, die Talocruralgelenksbeweglichkeit über 15 Grad in dorsaler oder plantarer Richtung und die Pro- und Supinationsbewegung stark eingeschränkt sind,
- 3.) die Wadenmuskelkraft bei einer Wadenmuskelatrophie um über 2cm so stark vermindert ist, daß der Zehenspitzenstand nicht ausgeführt werden kann,
- 4.) der Achillessehnenreflex fehlt, Empfindungsstörungen am Vorfuß und starke Schwellungen bestehen,

- 5.) das schlechte kosmetische Narbenergebnis störend ist, und starke Verwachsungen ein Sehnengleiten unmöglich machen,
- 6.) eine Achillessehnenverbreiterung um über 2,5cm und starke Druckschmerzhaftigkeit beim Tragen von hohen Schuhen bestehen,
- 7.) als subjektives Symptom ein Unsicherheitsgefühl beim Gehen angegeben wird, und der Patient selbst nicht zufrieden ist.

Die ersten 3 bzw. 4 Punkte sind für das Endergebnis von entscheidender Bedeutung. Schon eine der angegebenen Einschränkungen bestimmt das ganze Ergebnis. Dagegen haben die Punkte 4 bis 7 (bzw. bis 14) untergeordnete Bedeutung und beeinflussen das Endergebnis im wesentlichen nicht.

Die Endergebnisse der offenen und geschlossenen Achillessehnenrupturen sind in Tabelle 37 zusammengestellt :

ART der RUPTUR	E R G E B N I S :				GESAMT:
	ausgezeichnet	gut	befriedigend	schlecht	
offen:	4 (4 ♀)	3 (2 ♂, 1 ♀)	2 (1 ♂, 1 ♀)	1 (1 ♀)	10 (3 ♂; 7 ♀)
geschlossen:	15 (14 ♂; 1 ♀)	9 (6 ♂; 3 ♀)	6 (3 ♂; 3 ♀)	1 (1 ♂)	31 (24 ♂; 7 ♀)

Tabelle 37: Ergebnisse der Rupturen.

Die 4 ausgezeichneten Ergebnisse der offenen Achillessehnenverletzungen entfallen auf die Fälle 1,7,8 und 10, die 3 guten auf die Fälle 3,9 und 11, die beiden befriedigenden auf die Fälle 2 und 6 und das schlechte Ergebnis auf den Fall 4. Die Nachuntersuchung bei Fall 4 wurde 10 Monate nach der Operation vorgenommen. Die Patientin hatte einen hinkenden Gang, konnte den Zehenstand nicht ausführen, hatte einen Wadenmuskelschwund von 3cm und dadurch eine Kraftverminderung des Muskels. Die Dorsalflexion des Fußes war um 25 Grad eingeschränkt, während die Pro- und Supinationsbewegungen zu einem Drittel vermindert waren. Außerdem hatte sie ein Unsicherheitsgefühl beim Gehen und eine

Druckschmerzhaftigkeit beim Tragen hoher Schuhe. Das Bein ermüdete schnell. Sie selbst war mit dem Ergebnis nicht zufrieden. Das befriedigende Ergebnis bei den Fällen 2 und 6 ergab sich aus einer Kraftminderung des Wadenmuskels, die ein Ausführen des Zehenstandes einschränkte bzw. unmöglich machte. Die Nachuntersuchungen liegen hier Jahre nach der Operation zurück. Im Falle 4 muß man dagegen annehmen, daß sich das Ergebnis noch verbessern wird.

Bei den subcutanen Achillessehnenrupturen entfällt das ausgezeichnete Ergebnis auf die Fälle 5, 6, 7, 9, 11, 13, 14, 16, 18, 21, 22, 25, 29, 35 und 36, das gute auf die Fälle 3, 10, 15, 17, 19, 20, 26, 27 und 32, das befriedigende auf die Fälle 4, 8, 23, 29, 33 und 34 und das schlechte auf den Fall 2. Im Fall 2 lag die Nachuntersuchung nur 1 1/2 Monate nach der Operation. Es bestanden noch Bewegungseinschränkungen im Talocruralgelenk von 15 Grad in dorsaler und plantarer Richtung, die Pro- und Supinationsbewegungen waren um ein Drittel eingeschränkt. Die Wadenmuskelkraft war noch so stark vermindert, daß der Patient hinkte und den Zehenstand nicht ausführen konnte. Der Patient war mit dem Ergebnis nicht zufrieden. Die Fälle mit dem ^{un}befriedigenden Ergebnis zeigten einen starken Wadenmuskelschwund, der ein leichtes Hinken, einen eingeschränkten Zehenstand durch die Kraftverminderung und eine Ermüdbarkeit des verletzten Beines zur Folge hatte. Außerdem bestanden deutliche Bewegungseinschränkungen im oberen und unteren Sprunggelenk.

Bemerkenswert ist, daß der doppelseitige, nicht gleichzeitige Achillessehnenriß (Fall 35, 36) beidesmal mit ausgezeichnetem Ergebnis ausheilte.

Wir haben die mögliche Bedeutsamkeit der Früh- bzw. Späthnaht in bezug auf das Endergebnis analysiert. Das Ergebnis für beide Formen der Achillessehnenverletzung zeigt Tabelle 38:

ZEITSPANNE zwischen UNFALL- u. OPERATIONSTAG:	E R G E B N I S			
	ausgezeichnet	gut	befriedigend	schlecht
Innerhalb von 24 Stden.	5	2	3	-
Innerhalb von 7 Tagen	10	3	2	-
Innerhalb von 3 Wochen	4	5	1	2
3 Wochen und später	-	1	1	-

Tabelle 38: Ergebnisse der Rupturen hinsichtlich der Zeitspanne zwischen Unfall- und Operationstag.

Daraus ist ersichtlich, daß die Frühoperation bessere Ergebnisse bringt als die Spätoperation. Die Frühnaht, innerhalb der ersten 7 Tage durchgeführt, erbrachte 5 ausgezeichnete, 5 gute und 5 befriedigende Ergebnisse. Bei den Fällen, die bis zu 3 und mehr Wochen nach dem Unfall operiert worden waren, war das Ergebnis nur 4mal ausgezeichnet, 6mal gut, 2mal befriedigend und 2mal schlecht.

Die verschiedenen Operationsmethoden brachten bei den offenen Achillessehnenverletzungen folgende Endergebnisse: Tabelle 39

OPERATIONS- TECHNIK:	E R G E B N I S				GESAMT:
	ausgezeichnet	gut	befriedigend	schlecht	
Einfache Naht:	4	3	2	-	9
Umkkehrplastik mit Sehnenlappen aus d. prox. Stumpf:	-	-	-	1	1
Naht- und Muskelfascienumscheidung:	-	-	-	-	1

Tabelle 39: Ergebnisse der verschiedenen Operationsmethoden.

Dieses Ergebnis läßt den Schluß zu, daß die einfache Naht der Sehne bei den offenen Achillessehnenverletzungen meist zu guten Erfolgen führt. Sie ist demnach die Methode der Wahl.

Bei den subcutanen Achillessehnenrupturen brachten die verschiedenen Operationsmethoden folgendes Ergebnis : Tabelle 40

OPERATIONS - TECHNIK:	E R G E B N I S				GESAMT:
	ausgezeichnet	gut	befriedigend	schlecht	
Einfache Naht:	3	1	1	-	5
Sehnennaht nach BUNNEL + U-Verstärkungsnähte:	4	3	1	-	8
Sehnennaht + Muskel- fasciendefektdeckung:	5	2	-	1	8
Sehnenplastik aus dem prox. Sehnenstumpf + Ver- stärkungsnähte:	3	1	1	-	5
Sehnenplastik aus dem dist. Sehnenstumpf + Verstärkungsnähte:	-	-	1	-	2 (1 Pat. konnte nicht nachun- tersucht werden)
Plastik mit dem m. plan- taris longus (STRELI) + Verstärkungsnähte:	-	-	1	-	2 (1 Pat. konnte nicht nachun- tersucht werden)
GESAMT:	15	7	5	1	

Tabelle 40: Ergebnisse der verschiedenen Operationsmethoden bei den subcutanen Achillessehnenrupturen.

Die Ergebnisse bei diesen 6 verschiedenen Operationsmethoden sind nahezu gleich, wenn man von den beiden letzten Techniken absieht. Dieses Ergebnis läßt keine Empfehlung für eine bestimmte Technik zu. Sie sind alle gleich gut. Ein Erfolg oder Mißerfolg kann demnach auch nicht auf die Technik zurückgeführt werden. Vielmehr liegt der Erfolg im Ausmaß der Verletzung selbst begründet.

Einen Vergleich zwischen den verschiedenen Hautschnittführungen und den dadurch bedingten Sensibilitätsausfällen durch Nervenverletzungen zeigt Tabelle 41 :

SCHNITT:	ANZAHL der FÄLLE	GUSMASS der SENSIBILI- TÄTSTÖRUNG:			SENSIBILITÄTSTÖRUNG:	
		Narbe	Knöchel	Vorfuß	Oberflächlich	tief
Median:	12	4	4	1	6	-
me- di- al:	bogen- förmig:	6	2	2	-	3
	gerade:	1	-	-	-	-
la- te- ral	bogen- förmig:	21	11	1	-	12
	gerade:	5	2	1	1	2

Tabelle 41: Empfindungsstörungen bei den einzelnen Fällen

Demnach ist der Medianschnitt für eine Nervenverletzung prädestiniert. Er zieht meist ausgedehnte Sensibilitätsstörungen nach sich. Ebenso muß man beim Medialschnitt mit ausgedehnten Nervenverletzungen und nachfolgenden Sensibilitätsstörungen rechnen. Dagegen hat sich der bogenförmige Lateralchnitt bestens bewährt. Es entstehen nur über der Narbe Empfindungsstörungen in Form eines tauben Gefühls. Der gerade Lateralchnitt bietet auch gute Aussichten auf Verhütung einer Nervenschädigung.

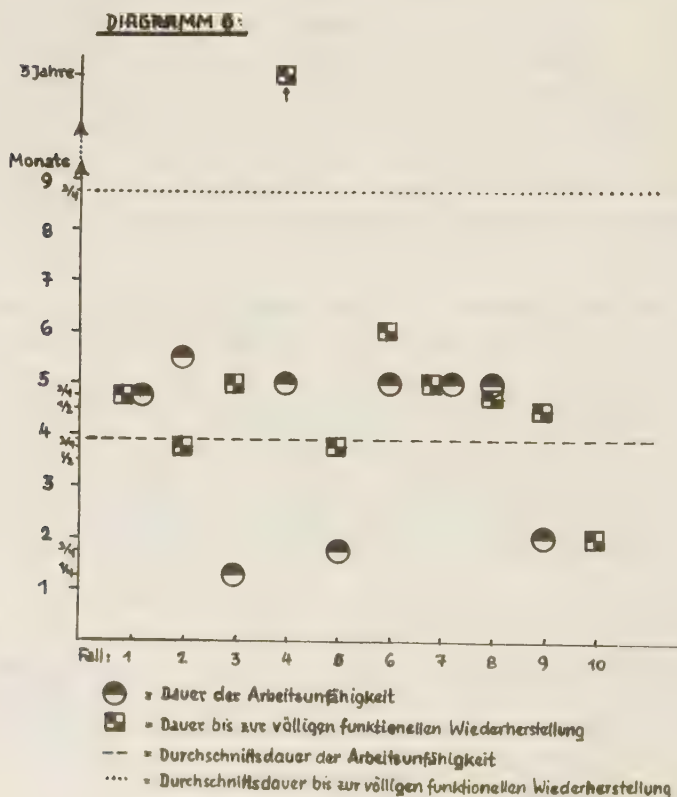
Die Breite der geschädigten Sehne wurde, mit der gesunden Sehne vergleichend, ausgemessen. Die offenen Achillessehnenverletzungen zeigten nach der Operation 3mal eine gleichbreite Sehne, einmal war die Sehne um 0,5cm, 3mal um 1cm und 2mal um 2cm breiter. Bei einem Patienten bildete sich ein pfirsichkerngroßer Schleimbeutel an der Ansatzstelle der Sehne aus, der das Tragen von hohen Schuhen unmöglich machte. Dem Patienten wurde die operative Entfernung des Schleimbeutels empfohlen.

Bei den subcutanen Achillessehnenrupturen war die operierte Sehne 2mal um 0,5cm verschmälert, 3mal gleichbreit, 3mal um 0,5cm, 15mal um 1cm, 2mal um 1,5cm, 4mal um 2cm und einmal um 2,5cm verbreitert. Die Breitenzunahme der Achillessehne wurde bei 31 Fällen aller Verletzungen aufgefunden. Sie stand aber nicht mit irgendeiner der verschiedenen Operationstechniken in eindeutiger Beziehung.

Verwachsungen der Operationsnarbe mit der darunterliegenden Unterhaut oder mit dem Sehngewebe bestanden bei einer offenen Verletzung und bei 2 subcutanen Achillessehnenrupturen. Jedoch war die Gleitfähigkeit der Sehne dadurch nicht wesentlich beeinträchtigt.

Der Achillessehnenreflex fehlte nach der Operation bei 2 Patienten und war bei weiteren zwei Patienten abgeschwächt. Bei allen anderen Patienten war er auch nach der Operation seitengleich gut auslösbar.

Aus Diagramm 6 wird die Zeit, die bis zur völligen Wiederherstellung der Funktion verging, und die Dauer der Arbeitsunfähigkeit ersichtlich :



Die Zeit bis zur völligen funktionellen Wiederherstellung beträgt bei 10 offenen Achillessehnenverletzungen durchschnittlich $8 \frac{3}{4}$ Monate (2 Monate bis 3 Jahre). Die Arbeitsunfähigkeit beträgt bei 9 Patienten durchschnittlich 3 Monate und 27 Tage.

4 Patienten betrieben nach der Operation wieder Sport; 2 Patienten gingen nach einem $\frac{3}{4}$ Jahr wieder zum Schwimmen und 2 fuhren nach 3 Jahren wieder zum ersten Mal Ski.

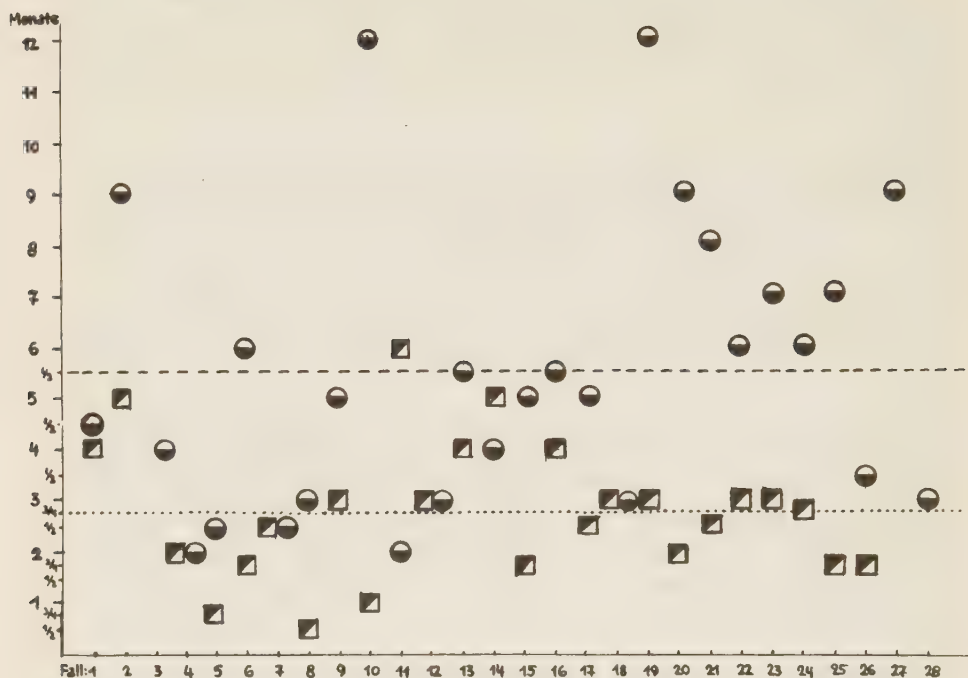
Die diesbezüglichen Ergebnisse für die subcutanen Achillessehnenrupturen zeigen das Diagramm 7 und die Tabelle 42.

Im Durchschnitt vergingen bis zur völligen funktionellen Wiederherstellung bei 28 Patienten $5 \frac{1}{2}$ Monate (2 bis 12 Monate). Der Arbeitsbeginn lag im Durchschnitt bei 26 Patienten $2 \frac{3}{4}$ Monate nach dem Unfalltag ($\frac{1}{2}$ bis 6 Monate). Die subcutanen Achillessehnenrupturen haben demnach eine schnellere funktionelle Heilung und eine kürzere Dauer der Arbeitsunfähigkeit als die offenen Achillessehnenverletzungen.

19 Patienten, die infolge einer Achillessehnenruptur operiert wurden, betrieben nach ihrer funktionellen Wiederherstellung wieder Sport. 16 nahmen ihren gewohnten Sport innerhalb eines Jahres ($1 \frac{3}{4}$ bis 12 Monate) und 3 innerhalb des zweiten Jahres nach dem Unfall wieder auf. (Tabelle 42).

Aus diesen Ergebnissen kann man folgendes entnehmen. Sowohl für die offenen wie für die geschlossenen Achillessehnenverletzungen ist die Operation die Methode der Wahl. Die Frühnaht verspricht bessere Spätergebnisse als die Spätnaht. Für die offenen Achillessehnenverletzungen empfiehlt sich die einfache Sehnennaht, während bei den subcutanen Achillessehnenrupturen die verschiedensten Nahttechniken keine statistische Differenz hinsichtlich der Erfolge aufweisen. Die beste Methode zur Darstellung der Achillessehne ist der bogenförmige bzw. der gerade Lateralschnitt, da hierbei die wenigsten Nervenverletzungen vorkommen. Meist bewirkt die Operation der Achillessehnenruptur eine Verbreiterung der Sehne. Die offenen Achillessehnenver-

DIAGRAMM 7:



- = Dauer bis zur völligen funktionellen Wiederherstellung
 ■ = Dauer der Arbeitsunfähigkeit
 -- = Durchschnittsdauer bis zur völligen funktionellen Wiederherstellung
 = Durchschnittsdauer der Arbeitsunfähigkeit

FALL:	4	5	6	7	9	11	13	14	15
WIEDERAUFNAHME der SPORTBETÄTIGUNG nach:	1½ Jahr	1 Jahr	7 Monaten	9 Monaten	7 Monaten	3½ Monaten	2 Jahren	1 Jahr	2 Jahren
SPORT-ARTEN:	Skifahren	Skifahren	Skifahren	Skifahren	Skifahren	Schwimmen	Skifahren	Alles	Skifahren

FALL:	16	18	20	21	26	27	30	32	35	36
WIEDERAUFNAHME der SPORTBETÄTIGUNG nach:	1 Jahr	9 Monaten	9 Monaten	6 Monaten	6 Monaten 10 Monaten	6 Monaten 11 Monaten	10 Monaten	6 Monaten 8 Monaten	1½ Monaten	10 Wochen 11 Wochen 9 Monaten
SPORT-ARTEN:	Skifahren	Schwimmen Radsport Wandern	Handball	Skifahren	Turnen Skifahren	Bergtouren Skifahren	Skifahren	Bergtouren Skifahren	Schwimmen Radsport	Tennis Bergtouren Skifahren

Tabelle 42: Wiederaufnahme der Sportbetätigung.

letzungen haben eine längere Dauer bis zur völligen funktionellen Wiederherstellung und bis zur Wiederaufnahme der gewohnten Arbeit zur Folge. Die allermeisten Patienten konnten ihren Lieblingssport auch nach der Operation wieder aufnehmen.

Die Nachuntersuchung brachte bei 41 von insgesamt 47 offenen und geschlossenen Achillessehnenverletzungen bei 46,34 Prozent ein ausgezeichnetes, bei 29,26 Prozent ein gutes, bei 19,5 Prozent ein befriedigendes und bei 4,87 Prozent der Fälle ein schlechtes Endergebnis. Dieses Ergebnis stimmt im wesentlichen mit den Berichten der in der Weltliteratur veröffentlichten Endergebnisse der operativ versorgten Achillessehnenverletzungen überein.

XIII. Fragen der Begutachtung.

Die offenen Achillessehnenrupturen werden im allgemeinen als direkte Unfallfolgen anerkannt.

Ein schwieriges Problem stellt jedoch die Begutachtung der subcutanen Achillessehnenverletzungen dar. Die Tatsache, daß eine Sehnenruptur nur in 20 Prozent der Fälle durch ein direktes Trauma zustandekommt, in 80 Prozent aber infolge eines Bagateltraumas bzw. als Sportverletzung bei kräftigen und gesunden Patienten, macht es verständlich, daß eine einheitliche Auffassung darüber, ob der indirekten Achillessehnenruptur ein echtes Unfallereignis zugrundeliegt, oder ob eine Vorschädigung der Sehne vorliegen muß, nicht vorhanden ist.

Es gibt Autoren, die, wie bereits geschildert, es für möglich halten, daß eine gesunde Sehne unter bestimmten Bedingungen durchaus reißen kann, auch wenn das Unfallgeschehen äußerlich betrachtet kaum ausreichend erscheint, eine gesunde Sehne zum Zerreißen zu bringen. Es gibt mehr Autoren, die degenerative Sehnenveränderungen als Vorbedingung für eine Ruptur ansehen. Diese uneinheitliche Auffassung macht die Schwierigkeiten in der Begutachtung verständlich.

Der subcutane Achillessehnenriß ist ein plötzlich auftretendes Ereignis, das den Betroffenen schlagartig arbeitsunfähig macht, und in der Regel erhebliche Schmerzen verursacht. Er ist also ein Unfallereignis im Sinne des Gesetzes. Bei der Beurteilung ist aber die Frage zu entscheiden, ob der Riß in einem ursächlichen Zusammenhang mit dem Unfall steht, oder ob er einem hiervon unabhängigen Leiden zugrundeliegt.

Dies ist zweifellos möglich, wenn die angespannte Sehne von einem direkten Trauma getroffen wird. In diesen Fällen wird die Ruptur allgemein als direkte Unfallfolge anerkannt. Bei der Mehrzahl jedoch ist dieser Entstehungsmechanismus nicht gegeben. Die Sehne reißt zwar bei starker Beanspruchung, aber die Belastung ist nicht als außergewöhnlich anzusehen. Der Riß kommt zustande bei Anspannung der Achillessehne während einer Bewegung, die der Verletzte vor dem Unfall wiederholt durchgeführt hat. Es trifft auch in unserem Krankengut zu, daß der Ruptur manchmal eine längere Trainingspause vorausgeht, und die Sehne sich bei Wiederaufnahme des Sportes den erneuten Belastungen nicht gewachsen zeigt. Man kann

sich des Eindrucks nicht erwehren, daß derartigen Sehnenrupturen, die bei einer täglichen Arbeit ohne außergewöhnliche Beanspruchung auftreten, eine Vorerkrankung der Sehne zugrunde liegen muß, die die Zugfestigkeit beeinträchtigt.

Angaben in der Literatur, nach welchen Sehnenrisse als reine Unfallfolgen angesehen werden, selbst bei fehlendem Unfallereignis, basieren hauptsächlich auf klinischen Beobachtungen. Der Riß einer Sehne im Anschluß an eine mehr oder weniger starke Beanspruchung derselben durch Zug imponiert zumindestens dem Laien als außergewöhnliches Ereignis, besonders, wenn es zu stärkeren Blutungen kommt. Gerade das Hämatom wird vom Patienten zum Beweise für das Vorliegen einer echten Verletzung und für die Schwere der Verletzungsursache herangezogen. Die letzte Entscheidung - vorgeschädigte Sehne, nicht vorgeschädigte Sehne - kann theoretisch nur durch die feingewebliche Untersuchung erbracht werden. Doch zeigen die im Schrifttum mitgeteilten und auch die eigenen histologischen Befunde, daß auch in den Fällen, denen ein eigentliches Unfallereignis nicht zugrundegelegt hat, eindeutig krankhafte Veränderungen nur vereinzelt festgestellt werden konnten. Ein positives Ergebnis ergab sich im Fall 3, 5, 13, 20 und 21, während im Fall 2, 16, 24, 28 und 33 regressive Veränderungen des Sehnengewebes festgestellt wurden.

Ein Aussagewert über den Zustand der Sehne wird der feingeweblichen Untersuchung nur beigemessen, wenn sie möglichst in den ersten 24 Stunden nach dem Unfall erfolgt. Da aber mit der Operation in der Regel bis zum Abklingen des Hämatoms, d.h. etwa eine Woche gewartet wird, und in dieser Zeit normalerweise regressive Veränderungen am abgerissenen Sehnengewebe eintreten, die sich von unspezifischen krankhaften Veränderungen nicht unterscheiden lassen, sind Untersuchungsergebnisse wie die mitgeteilten nur mit größter Zurückhaltung zu verwerten.

Auf die Schwierigkeiten, die sich daraus für den Begutachter ergeben, weist G r a s s h e i m hin. „Die Beurteilung der rein traumatischen Risse wird in den meisten Fällen nicht auf Schwierigkeiten stoßen. Es spielen aber in einer großen Anzahl von Fällen andere Faktoren beim Zustandekommen von Mus-

kel- und Sehnenrupturen eine Rolle. Diesen aber stehen wir in der Begutachtung noch ziemlich ratlos gegenüber. Auf der einen Seite sagt uns die ärztliche Überlegung, daß lediglich durch diese Faktoren das Ereignis erst zum Unfall wurde oder bestimmend für die Unfallfolgen war, auf der anderen Seite aber sind die versicherungstechnischen Überlegungen, die uns vor die Alternative stellen, den Unfall als Unfallfolge entweder ganz anzuerkennen oder ganz abzulehnen. Beides aber bedeutet eine Art Willkür, die dem ärztlichen und sozialen Empfinden durchaus widerstrebt."

Für die Begutachtung bedeutet dies, daß es sich in der Regel bestenfalls um eine vorübergehende Verschlimmerung eines anlagebedingten oder erworbenen Leidens handelt. Solange jedoch keine zahlreichen histologischen Untersuchungen vorliegen, ist es nötig, sich der üblichen Verfahrensweise anzuschließen, d.h. eine Achillessehnenruptur als ein echtes Unfallereignis anzusehen und die Folgen der Verletzung als Unfallfolgen anzuerkennen.

XIV. Zusammenfassung.

Die Arbeit befaßt sich mit der Klinik und Therapie der Achillessehnedurchtrennungen. Der Sinn der Arbeit besteht in einem Vergleich von 47 eigenbeobachteten Achillessehnedurchtrennungen mit den in der Weltliteratur geschilderten Achillessehnenverletzungen. Dieser Vergleich wurde in allen Kapiteln der Arbeit angestrebt.

1. Die Einleitung bringt die Formen der Achillessehnenverletzungen und noch offene, ungeklärte Probleme des Krankheitsbildes. Schließlich wirft sie einen Blick in die Geschichte der Achillessehnenverletzung und deren medizinische Versorgung.
2. Im Kapitel II wird die Anatomie der Sehne und ihrer Umgebung geschildert. Besondere Aufmerksamkeit werden der Gefäß- und Nervenversorgung der Achillessehnenregion gewidmet. Dann wird die Physiologie der Sehne behandelt. Die Besonderheiten der Spannungs- und Elastizitätsverhältnisse und die physiologische Gefäßobliteration nach dem 25. Lebensjahr werden aufgezeigt. Schließlich werden die Probleme der Sehnenregeneration besprochen. Die Regeneration einer zerrissenen Achillessehne geht hauptsächlich vom Peritenoneum externum und vom subcutanem Bindegewebe aus, während die Sehne selbst nur geringe regressive Tendenzen zeigt.
3. Begrifflich unterscheidet man bei den Achillessehnenverletzungen offene und geschlossene Durchtrennungen. Zu den subcutanen Achillessehnenrupturen werden aus ätiologischen und therapeutischen Gründen auch die Calcaneusabrisse und die Muskelausrisse der Sehne gezählt.
4. Die offenen Achillessehnenverletzungen sind selten. In der gesamten Weltliteratur konnte ich nur 55 Fälle finden. Das männliche Geschlecht ist in 78,2 Prozent, das weibliche in 21,8 Prozent der Fälle von der Verletzung betroffen. Das bevorzugte Alter ist das 2. und 3. Dezenium. Das Seitenverhältnis (rechts zu links) ist 58,2 zu 41,8 Prozent. Bei den 11 eigenen, offenen Achillessehnedurchtrennungen konnte ein Geschlechtsverhältnis (männliches zu weibliches) von 36,36 zu 63,64 Prozent, ein Sei-

tenverhältnis (rechts zu links) von 63,64 zu 36,36 Prozent, und ein Durchschnittsalter der Patienten von 32,09 Jahren errechnet werden. Die subcutanen Achillessehnenrupturen kommen relativ häufig vor. In der gesamten Weltliteratur konnte ich bis zum Jahre 1963 1022 Fälle finden. Hier ergibt sich ein Durchschnittsalter der Patienten von 41,18 Jahren bei 435 Fällen, ein Geschlechtsverhältnis von 88,77 (männlich) zu 11,23 (weiblich) Prozent bei 472 Fällen und ein Seitenverhältnis von 43,47 (rechts) zu 56,53 (links) Prozent. 73 Prozent der Fälle waren Sportunfälle. Diesen Veröffentlichungen kann ich 36 eigene, subcutane Achillessehnenrupturen hinzufügen, dabei berichte ich über einen nicht gleichzeitigen, beidseitigen und über einen partiellen Achillessehnenriß. Das Durchschnittsalter der Patienten liegt bei 41,48 Jahren, das Geschlechtsverhältnis ergibt sich zu 75 : 25 Prozent und das Seitenverhältnis zu 44,44 : 55,56 Prozent. Darunter waren 66,66 Prozent Sportunfälle.

5. Ätiologisch finden sich bei den offenen Achillessehnenverletzungen mannigfache Ursachen. Als Hauptursache werden einhellig Schnittverletzungen durch Glas- oder Porzellan Gegenstände angegeben. Bei der subcutanen Achillessehnenruptur gibt es 1.) direkt-traumatische, 2.) indirekt-traumatische und 3.) pathologische Ursachen. Ätiologisch einwandfrei geklärt sind nur die Risse, die der ersten Gruppe angehören. Für die Gruppe 2 werden muskelmechanische, gefäßbedingte und degenerative Faktoren als Ursache hypothetisch geschildert. Die degenerativen Veränderungen der Achillessehne sind hier mit großer Wahrscheinlichkeit die Voraussetzung für die Ruptur. Die pathologischen Rupturen haben ätiologisch entzündliche, infektiöse und statische Erkrankungen als Ursache. Letztlich teile ich die Ansicht einiger Autoren, die glauben, daß das Zusammentreffen traumatischer, altersbedingter, muskelmechanischer, gefäßbedingter, degenerativer, entzündlicher, infektiöser und statischer Faktoren die Ätiologie sowohl der indirekt-traumatischen als auch der pathologischen Rupturen bestimmt. An Hand der eigenen Fälle konnte ich die Pathogenese dieser beiden Rupturformen nicht eindeutig klären.
6. Das Kapitel Unfallmechanismus schildert vergleichend mit den Berichten in der Weltliteratur die Unfallhergänge der offenen

und geschlossenen Achillessehnenrupturen. Man kann drei Hauptmechanismen unterscheiden : ein Abstoßen mit dem das ganze Körpergewicht tragenden Vorfuß bei gestrecktem Kniegelenk, eine plötzliche, unerwartete Dorsalflexion der Ferse und eine heftige Dorsalflexion des plantarflektierten Fußes. Die eigenen und die Weltliteraturfälle werden einem dieser Mechanismen eingereiht.

7. Die Symptomatik schildert die subjektiven und objektiv-klinischen Zeichen, die sich nach einer Achillessehnenruptur dem Verletzten und dem Untersucher bieten.
8. Das Kapitel VIII stellt die makroskopischen, mikroskopischen und elektronenmikroskopischen Befunde dar, wie sie der Pathologe bei einer rupturierten Achillessehne findet. An Hand dieser Befunde werden die pathophysiologischen Phasen der Heilung rekonstruiert. Es ergibt sich daraus, daß eine, für degenerative Veränderungen beweisende, Aussage nur dann gegeben werden kann, wenn die Probeexcision des Untersuchungsmaterials innerhalb der ersten 48 Stunden nach dem Unfall durchgeführt werden konnte.
9. Die Diagnostik berichtet über teils bedingte, teils nicht bedingte pathognomonische Zeichen der Achillessehnenruptur. Ein sicherer diagnostischer Test wird beschrieben. Die Röntgendiagnose wird an Hand von ähnlichen Krankheitsbildern differenziert. Daraus ergeben sich zwei neue röntgendiagnostisch sichere Symptome, die detailliert beschrieben werden. Die Ursachen der relativ häufigen Fehldiagnosen bei Achillessehnenrupturen werden aufgezeigt. Schließlich werden differentialdiagnostisch ähnliche Krankheitsbilder betrachtet.
10. Die Achillessehnedurchtrennungen werden nach der Stelle des Risses - am Calcaneus, im rein sehnigen Teil der Sehne und am Muskel - Sehnen - Übergang - unterteilt.
11. Ein geschlossenes Kapitel berichtet, vergleichend mit der Weltliteratur, über die Therapie und die Spätergebnisse der offenen und geschlossenen Achillessehnenrupturen. Zunächst wird auf die konservative Behandlungsmethodik eingegangen. Dann werden die operativen Sehnennaht- und die plastischen Wiederherstellungsm-

thoden erörtert. Die operative Technik wird in die verschiedenen Arten der Anästhesie, der Hautschnittführung, der Ruhigstellung des Beines und in die verschiedene Anwendung des Nahtmaterials gegliedert. Die Vor- und Nachteile der Früh- und Spätversorgung und die Nachbehandlungsmethoden werden diskutiert. Schließlich wird über Komplikationen und Folgen der Traumatisation nach der durchgeführten Operation berichtet, und die Prognose für beide Achillessehnenverletzungsformen gegeben. Eine Zusammenfassung der in der Weltliteratur veröffentlichten Spätergebnisse zeigt, daß die konservative Therapie mit einigen Ausnahmen nur schlechte, die operative Behandlung dagegen mit einigen Ausnahmen ausgezeichnete bis zufriedenstellende Endergebnisse bringt. Die Operation der rupturierten Achillessehne ist die Methode der Wahl.

12. Schließlich werden die eigenen 47 offenen und geschlossenen Achillessehnenverletzungen nach ihrer jeweiligen operativen Behandlungsmethodik und deren Spätergebnis kritisch betrachtet und statistisch ausgewertet. Die durchschnittliche Dauer der Immobilisation des Beines beträgt bei den offenen Achillessehnedurchtrennungen 57,8 Tage, die durchschnittliche stationäre und ambulante Behandlungsdauer ist für alle Durchtrennungsformen gleich lang beträgt 3 $\frac{1}{2}$ Monate. Die erste Belastungsaufnahme des verletzten Beines liegt 5 Wochen nach dem Unfall. Die durchschnittliche Immobilisationszeit und die durchschnittliche stationäre und ambulante Behandlungsdauer betragen bei den geschlossenen Achillessehnenrupturen 8 $\frac{1}{2}$ Wochen bzw. 43 Wochen. Die erste Belastungsaufnahme des verletzten Beines liegt bei 39 Tagen nach dem Unfall.

89,37 Prozent aller Verletzten konnten nachuntersucht werden. Die exakte Methodik der Nachuntersuchung und die Beurteilung der Spätergebnisse werden beschrieben. Schließlich wurden folgende Spätergebnisse ermittelt : Bei 40 offenen Achillessehnenverletzungen konnte zu 90 Prozent ein ausgezeichnetes, gutes und befriedigendes, und zu 40 Prozent ein schlechtes Ergebnis erhoben werden. Bei den geschlossenen Achillessehnenrupturen war das Ergebnis zu 96,78 Prozent ausgezeichnet, gut oder befriedigend und nur zu 3,22 Prozent schlecht. Für die Behandlung der offenen Achillessehnenverletzung empfiehlt sich die frühzeitige, einfache

Sehennaht, während bei den subcutanen Achillessehnenrupturen keine statistischen Differenzen der verschiedenen Operationsmethoden in bezug auf das Ergebnis auftreten. Der bogenförmige und der gerade Lateralhautschnitt zieht die geringsten Sensibilitätsstörungen nach sich. In der Mehrzahl der Fälle geht die operative Wiederherstellung mit einer Sehnenverbreiterung einher. Die Dauer bis zur völligen funktionellen Wiederherstellung beträgt bei den offenen Achillessehnenrupturen $8 \frac{3}{4}$ Monate, bei den geschlossenen Verletzungen $5 \frac{1}{2}$ Monate. Die Arbeitsunfähigkeit dauerte bei den offenen Verletzungen 4 Monate und bei den geschlossenen Achillessehnenrisse $2 \frac{3}{4}$ Monate. Die geschlossene Achillessehnenruptur hat demnach eine günstigere Prognose als die offene Achillessehnenruptur.

13. Die Begutachtung der offenen und der direkt-traumatischen Achillessehnedurchtrennungen bereitet keine Schwierigkeiten. Man wird in jedem Fall einen Zusammenhang mit dem Unfallereignis anerkennen können. Schwieriger sind die indirekt-traumatischen und die pathologischen Achillessehnenrisse zu begutachten. Liegt auch die noch so wahrscheinliche Annahme eines Zusammenhangs mit Vorerkrankungen nahe, so kann diese nur mit frühzeitig durchgeführten histologischen Untersuchungen rechtlich bewiesen werden. Da diese erfahrungsgemäß nicht oft und meist zu spät durchgeführt werden, muß man auch bei diesen Formen subcutaner Achillessehnenrupturen einen Unfallzusammenhang anerkennen.

XV. Literaturverzeichnis.

1. Abrahamsen, H.: Ruptura tendinis Achilles.
Ugesk. laeger 85: 279 - 284; 1923
2. Aimes, A.: Rupture spontanée du tendon d'Achille.
Rev. orthop. y traumatolog. 18: 139 - 140; 1931
3. v. Albertini, A.: Spezielle Pathologie der Sehnen, Sehnenscheiden
und Schleimbeutel. (Handbuch der speziellen
pathologischen Anatomie und Histologie: F.
Henke & O. Lubarsch: Bd. IV; 1).
Springer-Verlag; Berlin 1929
4. Albrecht, P.: Über die subcutane Zerreißung der Achillessehnen.
Arch. f. Orthop. u. Unfallchir. 23: 359 - 367;
1924.
5. Alker, G.: Lagebeziehungen der Sehne des M. plantaris zur
achillessehne.
Zbl. f. Chirurgie 82: 30; 1263 - 1267; 1957.
6. Arner, O. & Lindholm, A.:
 - a. What is Tennis-leg?
Acta chir. Scandinav. 116: 73 - 75; 1958.
 - b. Subcutaneous Rupture of the Achilles Tendon.
A study of 92 cases.
Acta chir. Scandinav. Suppl. 239: 1 - 51; 1959.
 - c. Avulsion fracture of the os calcaneus.
Acta chir. Scandinav. 117: 1959.
7. Arner, O., Lindholm, A. & Lindvall, N.:
 - a. Roentgen Changes in Subcutaneous Rupture of the
Achilles Tendon.
Acta chir. Scandinav. 116: 5-6; 496 - 500; 1958/59.
 - b. Der subcutane Achillessehnenriß. Eine neue rönt-
gendiagnostische Methode.
Acta chir. Scandinav. 119 : 520; 1960.
8. Arner, O., Lindholm, A. & Orell, S. R.:
Histologic Changes in Subcutaneous Rupture of
the Achilles Tendon. A study of 74 cases.
Acta chir. Scandinav. 116: 5-6; 484 - 490; 1958/59.
9. Arneth, J. E.: Über die Abscherfraktur des Achillessehnenan-
satzes und zur Anatomie der Achillessehne.
Mschr. f. Unfallheilk. 56: 241; 1953.

10. Art, Ch.: Abriß des Processus posterior calcanei, ein Beitrag zur Genese der Achillessehnenruptur. Verh. dtsh. orthop. Ges. 78; 1960.
11. Bacin, Cl.: Ein neues Verfahren der Achillesehnenplastik. (bulgarisch). Zbl. f. d. ges. Chirurgie 169: 3; 327; 1963.
12. Baetzner, W.: Sport- und Arbeitsschäden. (G. Thieme-Verlag; Leipzig 1936). S. 109: Achillessehnenrisse.
13. Barthelemy, M. & Guibal, J.: Rupture sous-cutanée complète du tendon d'Achille. Bull. et mem. Soc. nat. chir. 53: 817; 1927.
14. Bate, Th. H.: Subcutaneous Rupture of the Tendo Achillis. Arch. Surg. (Chicago) 62: 14 - 22; 1951.
15. Baumann, E.: Über Risse der Achillesehne. Schweiz. Med. Wschr. 55: 300 - 301; 1925.
16. Belon, P.: Revision anatomica de sistema arterial. Buenos Aires 1934.
17. Blümel, S. & Piza, F.: Subcutane Muskel- und Sehnenrisse infolge indirekter Gewalteinwirkung. Klin. Medizin 12: 297 - 300; 1957.
18. Bofinger, H.: Zum Problem der Entstehung der subcutanen Achillessehnenruptur. Mschr. f. Unfallheilk. 59: 50 - 55; 1956.
19. Boyd, H. B.: Campbells Operative Ortopedics. ed. 2. St. louis, The C. V. Mosby Comp. Vol.2: 1224 - 1225; 1949.
20. Bragard, K.: Über die Verletzung der Achillessehne und ihre Beseitigung durch Sehnenverlängerung. Verh. dtsh. orthop. Ges. 34: 267 - 276; 1940.
21. Brickner, W. M. & Milch, H.: Ruptures of Muscles and Tendons. Internat. Clin. 2: 94 - 107; 1928.
22. Chigot, P., Garnier, Ch. & Cloutier, M.: Contribution à l'étude anatomopathologique et au traitement chirurgical des ruptures sous-

cutanées du tendon d'Achille.

Rev. d'Orthop. 38: 513 - 522; 1952.

23. Choradow, V. M.: Spätergebnisse der primären Sehnennaht.
(russisch).
Nov. chir. Arch. 48: 195 - 199; 1941.
24. Christensen, J.: Rupture of the Achilles Tendon. Analysis of
57 cases.
Acta chir. Scandinav. 106: 1; 50 - 60; 1954.
25. Conwell, H. E. & Alldredge, R. H.:
Ruptures and Tears of Muscles and Tendons.
Amer. J. Surg. 35: 22 - 33; 1937.
26. Dahmen, G.: Elektronenmikroskopische Beobachtungen bei
degenerierten Sehnen.
Arch. f. Orthop. u. Unfallchir. 54: 2; 126;
1962/63.
27. Davidsson, L.: Über die subcutanen Sehnenrupturen und die
Regeneration der Sehne.
Ann. chir. et gynæc. Fenn. 45: Suppl. 6;
1 - 113; 1956.
28. Detzel, H.: Beitrag zur Ätiologie der Achillessehnen-
rupturen.
Arch. f. Orthop. u. Unfallchir. 44: 306 - 312;
1950.
29. Dick, W.:
a. Die traumatischen Läsionen der Sehnen.
Med. Klin. 49:1; 1952.
b. Behandlung der traumatischen Schäden von
Sehnen und Sehnenscheiden.
Zbl. f. Chirurgie 78: 16; 684; 1953.
30. Domrich, H.: Achillessehnedurchschneidung durch Betriebs-
unfall.
Zbl. f. Chirurgie 64: 228; 1937.
31. Dorsay, J., Csipak, J. & Dettre, G.:
a. Experimentelle Beiträge zur Frage der Tendo-
lipoidose.
Zschr. f. Orthop. 81: 4; 545; 1952.
b. Experimentelle Untersuchungen über den Patho-
mechanismus der spontanen Sehnenruptur.
Zschr. f. Orthop. 81: 4; 552; 1952.

32. Fink, R. & Wyss, O. A. M.: Experimentelle Untersuchungen über Rupturen am Knochen-Sehnen-Muskel-System beim Frosch. Mschr. f. Unfallheilk. 49: 379 - 389; 1942.
33. Friaques, R.: Des Ruptures sous-cutanées du tendon d'Achill Paris 1897.
34. Frings, H.: Über 88 subcutane Achillessehnenrupturen beim Sport. Mschr. f. Unfallheilk. 64: 325; 1961.
35. Gebhardt, K.: a. Sportschäden bei Skiläufern. Münch. Med. Wschr. 1929.
b. Versorgung des Achillessehnenrisses. Langenbecks Arch. 189; 1937.
c. Zur Wiederherstellungschirurgie: Versorgung der Achillessehne. Arch. f. klin. Chirurgie 189: 681 - 684; 1937.
36. Gilgreest, E. L.: Ruptures and Tears of Muscles and Tendons of the Lower Extremity. I. A. M. A. 100: 153 - 160; 1933.
37. Glogowski, G.: Die operative Behandlung der großen Sehnenrupturen. Verh. dtsh. orthop. Ges. (Beilageheft zur Zschr. f. Orthop.) 94: 71 - 74; 1961.
38. Grassheim, K.: Die indirekten Muskel- und Sehnenrisse in der Unfallmedizin. Mschr. f. Unfallheilk. 29: 313 - 319; 1922.
39. Grigorieva, T. S.: The Treatment of Injuries of the Achilles Tendon. (Original in russisch). Zentralorg. f. d. ges. Chir. 168: 2; 200; 1962.
40. Gut, P.: Zur Achillessehnenzerreißung. Verh. dtsh. orthop. Ges. 48: 100; 1960.
41. Hagemeyer, F. W.: Über den subcutanen Abriß der Achillessehne. Zbl. f. Chirurgie 80: 37; 1543 - 1548; 1955.
42. Hellner, H., Nissen, R. & Vosschulte, K.: Lehrbuch der Chirurgie (3. Auflage) 1962. Sehnenruptur: S. 931, 945, 1080. Sehnenverletzung: S. 930, 932. Achillessehnenriß: S. 1005

43. Henry, M. G.: Complete Rupture of the Tendo Achillis.
Mil. Surgeon 95: 135 - 139; 1944.
44. Hentschel, M.: Verhütung der Achillessehnenrisse beim
Skilauf durch Sicherheitsbindungen.
Münch. Med. Wschr. 101: 52; 2408; 1959.
45. Hernandez, R.: Rotura subcutánea de ambos tendones de
Aquiles.
Semana méd. 2: 740; 1932.
46. Hesse, H. F.: Die Behandlung der Sehnenverletzungen.
Ergebn. d. Chir. u. Orthop. 26: 174 - 264;
1933.
47. Hohmann, S., Hackenbroch, M. & Lindemann, K.:
Handbuch der Orthopädie.
S. 722: Allgemeiner Teil.
48. Holle & Sonntag: Grundriß der gesamten Chirurgie. 1960
S. 191: subcutane Sehnenrupturen.
49. Hastad, K., Larsson, L. G. & Lindholm, A.:
Clearence of Radiosodium after Local Deposit
in the Achilles Tendon.
Acta chir. Scandinav. 116: 251; 1958/59.
50. Höllrigl : zitiert nach Schönbauer.
51. Hufnagel, H.: Über die Verknöcherung der Achillessehne.
Münch. Med. Wschr. 84/2: 1410; 1937.
52. Jakobs, M.: Der subcutane Achillessehnenriß.
Med. Diss. Erlangen 1959.
53. Jenny, F.: Unfallmedizinische Bemerkungen zum subcutanen
Achillessehnenriß, verursacht durch Muskel-
zug.
Praxis 37: 8; 141 - 143; 1948.
54. Kager, H.: Zur Klinik und Diagnostik des Achillessehnen-
risses.
Der Chirurg 11: 691 - 695; 1939.
55. van de Kamp, W.: Über eine unvollständige Ruptur der Achilles-
sehne.
Zbl. f. Chirurgie 80: 47; 1907 - 1909; 1955.
56. Karitzki, B.: Degeneration und Regeneration bei Sehnen-
rupturen.
Med. Klin. 54: 13; 600; 1950.

57. Kirbach, U.: Subcutane Sehnenrupturen.
Med. Diss. Kiel 1952.
58. Klinger, H.: Die subcutanen Sehnenrupturen.
Zbl. d. Chirurgie 83: 42; 1968; 1958.
59. Kolb, A. & Salem, G.: Achilles- und Quadricepssehnenverletzungen
Der Chirurg 24: 6; 271; 1953.
60. König, W.: Eine seltene Sportverletzung: Riß beider
Achillessehnen.
Zbl. f. Chirurgie 39: 2431; 1930.
61. Krivorotov, I.: Experimentelle Untersuchungen über die
Sehnenregeneration.
Arb. Milit. med. Akad. Leningrad 3: 104 - 1
1935.
62. Lagergren, C. & Lindholm, A.:
Vascular Distribution in the Achilles
Tendon.
Acta chir. Scandinav. 116: 5-6; 491 - 495;
1958/59.
63. Lange, M.: a. Orthopädische-Chirurgische Operationslehre.
(2. Auflage) 1962.
S. 768: Achillessehnenriß und Achillessehnen-
naht.
S. 29, 31, 769: Achillessehnenplastik.
b. Muskel- und Sehnenschäden beim Sport.
Wien. klin. Wschr. 54: 485 - 491; 1941.
64. Mc Laughlin, H. L.: Repair of Major Tendon Ruptures by Buried
Removable Suture.
Amer. J. Surg. 74: 758; 1947.
65. Læwen, A.: Zur Pathologie des Fersenbeinsystems.
Der Chirurg 8: 622; 1936.
66. Lawrence, G. H., Cave, E. F. & O'Connor, H.:
Injury to the Achilles Tendon.
Amer. J. Surg. 89: 795; 1955.
67. Lexer, E.: Lehrbuch der allgemeinen Chirurgie. (2. Auf-
lage) 1952.
II. Band; S. 23: Verletzungen der Sehnen.
68. Lindholm, A.: a. Subcutaneous Rupture of the Achilles Tendon.
Med. Diss. Stockholm 1959.

- b. A new Methode of Operation in Subcutaneous Rupture of the Achilles Tendon.
Acta chir. Scandinav. 117: 3; 261 - 270; 1959.
69. Malbec, E. F. & Aquilo, B. S.:
Semana méd. 1: 1869; 1935. (Buenos Aires).
70. Mangini, U.:
La rottura sotto-cutanea del tendine di Achille.
Arch. Putti 2: 161; 1952.
71. Marek, S.:
Zur Frage der unvollständigen, subcutanen Risse der Achillessehne.
Zbl. f. Chirurgie 81: 16; 664 - 665; 1956.
72. Mason, H., Micheal, L. & Allan, H. S.:
Die Dauer der Sehnenheilung.
Zentralorg. f. d. ges. Chir. 105: 313; 1942
73. Maydl, K.:
Subcutane Muskel- und Sehnenzerreißen.
Dtsch. Zschr. f. Chir. 18: 35 - 139; 1882.
74. Mayr, G.:
Die subcutane Achillessehnenruptur als Skisportverletzung.
Med. Diss. Zürich 1958.
75. Mc Master, P. E.:
Tendon and Muscle Ruptures. Clinical and Experimental Studies on the Causes and Location of Subcutaneous Ruptures.
J. Bone & Joint Surg. 15: 705 - 722; 1933.
76. Mooney :
Avulsion of the Epiphysis of the Achilles Tendon.
J. Bone & Joint Surg. 17: 1057; 1935.
77. Närvi, E. J.:
Beiträge zur Kenntnis der Sehnenregeneration und Behandlung der Sehnenrupturen.
Acta chir. Scandinav. 60: 1.2; 1 - 54; 1926.
78. Oppenheimer, E. D.:
Spontaneous Rupture of Achilles Tendon with Vicious Healing to Tibia and Ankle Joint.
I. A. M. A. 84: 749; 1925.
79. Päre, A.:
zitiert nach Sandführ.
80. Petren, T., Sjöstrand, T. & Sylven, B.:
Der Einfluß des Trainings auf die Häufigkeit der Kapillaren in Herz- und Skelettmuskulatur
Arbeitsphysiol. 9: 376 - 386; 1936.

81. Pirkor, H.: Die Verletzungen durch Muskelzug.
Ergebn. d. Chir. u. Orthop. 27: 533 - 634; 1934
82. Petit, J. L. M.: Histoire de l'académie royal des sciences.
L'imprimerie Royale, Paris 1722.
83. Pitzen, P. & Lindemann, K.:
Kurzgefaßtes Lehrbuch der orthopädischen
Krankheiten. (8. Auflage) 1962.
S. 286: Sehnenschäden.
84. Platt, H.: Observations on some Tendon Ruptures.
Brit. M. J. 1: 611 - 615; 1931.
85. Pratt, G. H.: Tendon Repair with Steel Wire.
Amer. J. Surg. 76: 87; 1948.
86. Pytel, A. Y.: Die Rolle des Rheumatismus bei Spontanrissen
von Muskeln und Sehnen.
Casop. lékař. česk. 73: 1232 - 1234; 1934.
87. Quénu, J. & Stoianovitch, S. M.:
Les ruptures du tendon d'Achille.
Rev. Cir.(Paris) 48: 647; 1929.
88. v. Redwitz, E.: Über den subcutanen Abriß der Achillessehne.
Zbl. f. Chirurgie 79: 16; 676 - 678; 1954.
89. Rumpel, O.: Über einen Fall von Achillessehnenriß.
Zbl. f. Chirurgie 35: 2048; 1934.
90. Salomon, A. : Über Sehnenscheidenbildungen insbesondere
bei partiellen Zerreißen der Achilles-
sehne.
Arch. klin. Chir. 118: 733 - 747; 1921.
91. v. Saar, G.: Die Sportverletzungen.
Neue dtsh. Chirurgie 13: 88; 1914.
92. Salem, G.: Gleichzeitiger Riß beider Achillessehnen.
Klin. Med. (Wien) 15: 224; 1960.
93. Sandführ, H.: Über Rupturen der Achillessehne.
Zbl. f. Chirurgie 81: 20; 805; 1956.
94. Salis : zitiert nach Jakobs.
95. Schink, W. & Gersbach, B.:
Eine experimentelle Studie über die Festigkeit
genähter Sehnen bei verschiedenen Nahttechniken
Langenbeck's Arch. f. klin. Chir. 297:
191 - 235; 1961.

96. Schmitt, W.: Allgemeine Chirurgie. (4. Auflage)
1963.
S. 388: Sehnenrisse.
97. Schnaberth, K.: Über den kompletten Riß der Achillessehne
als derzeitig häufigste Sportverletzung.
Arch. f. Orthop. u. Unfallchir. 40: 5; 594;
1940.
98. Schneider, H.: Die Abnützungserkrankungen der Sehnen und
ihre Therapie.
G. Thieme-Verlag Stuttgart 1959.
99. Schneider, J.: Zur Versorgung der Spontanruptur der
Achillessehne (Soleusplastik).
Der Chirurg 20: 619 - 620; 1949.
100. Schoen, D.: Der Achillessehnenriß im Roentgenbild.
Fortschr. Geb. Röntgenstr. 78: 604, - 606;
1953.
101. Schönbauer, H. R.: a. Subcutane Risse der Achillessehne.
Der Chirurg 23: 5; 236; 1952.
b. Abriß der Achillessehne von ihrem Ansatz.
Zbl. f. Chirurgie 77: 7; 270; 1952.
11; 446; 1952.
c. Vollständige subcutane Risse der Achilles-
sehne.
Mschr. f. Unfallheilk. 55: 1; 6 - 35; 1952.
d. Gedeckte Risse großer Sehnen am Bein.
Hefte f. Unfallheilk. 48: 200; 1954.
e. Achillessehnenrisse beim Schilaufen.
Münch. Med. Wschr. 101: 26; 1117; 1959.
f. Beidseitige Achillessehnenrisse.
Münch. Med. Wschr. 102: 15; 722; 1960.
g. Subcutane Achillessehnenrisse.
Chir. Praxis 77: 1; 1960.
102. Seiffert, K.: Riß beider Achillessehnen.
Zbl. f. Chirurgie 58: 85; 1931.
103. Silfverskiöld, N.: Über die subcutane totale Achillessehnen-
ruptur und deren Behandlung.
Acta chir. Scandinav. 84: 393 - 413; 1941.
104. Steiger, W.: Beitrag zur Kasuistik subcutaner Sehnen-
verletzungen.
Wien. klin. Wschr.: 1012; 1925.

105. Steuer, J.: Ein Beitrag zu den Achillessehnenrissen und deren Behandlung.
Luckenwalde, Paul Mechel, 1939.
106. Streli, R.: Achillessehnennaht mit der Plantaris longus-Sehne.
Wien. Med. Wschr. 110: 536; 1960.
107. Stucke, K.: a. Über das elastische Verhalten der Achillessehne im Belastungsversuch.
Langenbeck's Arch. f. klin. Chir. 119: 1-2; 94; 1951.
b. Zur Pathologie und Klinik der Achillessehnenruptur.
Verh. dtsh. orthop. Ges. 48: 74; 1960.
108. Tavernier, L.: Les grandes impotences dans les lésions partielles et inapparentes de tendon des quadriceps et de tendon d'Achille.
Lyon Chir. 46: 37 - 40; 1951.
109. Thomas, E.: Spontane Ruptur der Achillessehne während militärischer Übungen.
Nederl. Tijdschr. Geneesk.: 2120 - 2125; 1947
110. Thompson, T. Ch. & Doherty, J. H.: Spontaneous Rupture of Tendon of Achilles.
A new clinical diagnostic test.
J. Trauma (Baltimore) 2: 126 - 129; 1962.
111. Thomsen, W.: a. Zur Diagnostik und Behandlung der Achillessehnenrisse.
Münch. Med. Wschr. 101/2: 1987; 1959.
b. Zur Epikondylitis und zur Achillessehnenruptur.
Verh. dtsh. orthop. Ges. 48: 106; 1960.
112. Tobin, W. J.: Repair of the Neglected Ruptured and Severed Achilles Tendon.
Amer. Surgeon 19: 514 - 522; 1953.
113. Toygar, O.: a. Subcutane Ruptur der Achillessehne (Diagnostik und Behandlungsergebnisse).
Helv. chir. Acta 14: 209 - 231; 1947.
b. Durchtrennungen der Achillessehne (Behandlungsergebnisse).
Mschr. f. Unfallheilk. 54: 2; 41 - 51; 1951.

114. Turco, A.: Risse und Durchtrennungen der Achillessehne.
Zbl. orthop. Chir.(Schweiz) 69: 207; 1924.
115. Vulpius, O.: Über die Widerstandskraft von Sehnen und Sehnennähten.
Verh. dtsh. orthop. Ges. 10: 85; 1911.
116. Vandenbossche, M.: Rupture pathologique du tendon d'Achille.
Bull. et mem. Soc. Chir.(Paris) 60: 805; 1910.
117. Wedel, K. W.: Über den subcutanen Abriß der Achillessehne.
Zbl. f. Chirurgie 79: 42; 1783; 1954.
118. Witt, A. N. : Sehnenverletzungen und Sehnen-Muskel-Transplantationen.
(Bergmann-Verlag München) 1953.
S. 1 - 23: Allgemeines.
S. 83: Verletzungen der Sehnen.
119. Zadek, J.: Repair of old Rupture of the Tendon Achillis by Means of Fascia lata.
J. Bone & Joint Surg. 22: 1070; 1940.
120. Zetkin, M. & Kühtz, E. H.: Die Chirurgie des Traumas. 1956.
Bd. II : Spezielle Unfallchirurgie.
S. 892: Verletzungen der Achillessehne.

Meinem verehrten Lehrer,

Herrn Priv.Doz. Dr. A. Meyer

schulde ich aufrichtigen Dank für die bereitwillige
Förderung und freundliche Unterstützung meiner Arbeit.

Dem Direktor unseres Instituts

Herrn Prof. Dr. R. Zenker

möchte ich für das Interesse an meiner Arbeit danken.

Lebenslauf.

Ich bin am 12. Februar 1940 in Lamsdorf, Kreis Falkenberg als Sohn des praktischen Arztes Dr. med. Hubert Sauer und seiner Ehefrau Johanna Sauer, geb. Herrmann, geboren.

Nach meiner Aussiedelung aus Oberschlesien wurde ich in Egg a. d. Günz, Kreis Memmingen wohnhaft, woselbst ich von 1946 bis 1950 die Volksschule besuchte. 1950 trat ich in die Oberrealschule mit Gymnasium in Memmingen ein, woselbst ich im Juli 1959 das Abitur bestand.

Im Herbst 1959 begann ich das Studium der Medizin an der Ludwig-Maximilian-Universität zu München. Am 25.10.1960 legte ich die Naturwissenschaftliche Prüfung und am 26.10.1962 die Ärztliche Vorprüfung mit Erfolg ab. Danach begann ich das klinische Studium der Medizin.

DECLARATION

I, the undersigned, do hereby certify that the foregoing is a true and correct copy of the original as the same appears in the files of the Department of the Interior, Bureau of Land Management, at Washington, D. C.

Witness my hand and the seal of the Department of the Interior, at Washington, D. C., this 1st day of May, 1906.

Very truly yours,
J. M. Smith, Secretary of the Interior.

